



INSTITUTO POLITÉCNICO DE BEJA

Escola Superior Agrária

Mestrado em Engenharia Alimentar



Desenvolvimento de bolachas de farinha de banana verde e conservação em atmosfera modificada

Nélia Alexandra Malaquias Raposo

**Beja
2015**

INSTITUTO POLITÉCNICO DE BEJA

Escola Superior Agrária

Mestrado em Engenharia Alimentar

**Desenvolvimento de bolachas de farinha de
banana verde e conservação em atmosfera
modificada**

**Dissertação para obtenção do grau de mestre em Engenharia
Alimentar**

Elaborado por: Nélia Alexandra Malaquias Raposo

Orientado por: Doutor Nuno Bartolomeu Alvarenga

Coorientado por: Doutor João Jorge Mestre Dias

**Beja
2015**

Índice

Índice Figuras.....	iii
Índice Tabelas	iv
Dedicatória	v
Agradecimentos	vi
Abreviaturas.....	viii
Resumo	ix
Abstract.....	x
CAPÍTULO I – ENQUADRAMENTO DO TRABALHO E OBJETIVOS	1
1.1 - Introdução.....	1
1.2 - Objetivos.....	3
CAPÍTULO II – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1 - Banana	4
2.1.1 - Aspectos nutricionais da banana verde.....	5
2.1.2 - Farinha de banana verde	6
2.1.3 - Desenvolvimento de produtos com base na farinha de banana	7
2.2 - Irradiação de alimentos.....	8
2.3 - Embalagem em Atmosfera Modificada - MAP	12
2.3.1 - Gases utilizados em MAP.....	14
2.3.2 - MAP e Produtos secos.....	17
2.3.3 - Filmes utilizados na MAP	17
2.3.4 - Efeito sobre os microrganismos	19
2.3.5 - Riscos potenciais da MAP	21
CAPÍTULO III – MATERIAIS E MÉTODOS	22
3.1 - Amostragem.....	22
3.2 - Métodos de Produção	23

3.3 - Embalamento	25
3.4 - Métodos Laboratoriais	26
3.4.1- Análises físico-químicas	26
3.4.2 - Análises microbiológicas	29
3.4.3 - Análises Reológicas	29
3.4.4 - Análise sensorial	29
3.4.5 - Métodos Estatísticos	29
CAPÍTULO IV – RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1 - Valor Energético	31
4.2 - Medição de gases	31
4.3 - Microbiologia – Contagem de microrganismos a 30°C	33
4.4 - Resultados ANOVA.....	35
4.5 - Amido resistente	37
4.6 - Prova sensorial	38
4.7 – Análise em componentes principais	41
CAPITULO V - CONCLUSÕES.....	46
Referências Bibliográficas	49
Apêndice I - Ficha de Prova Hedónica de Bolachas de Farinha de Banana Verde – 0 dias	57
Apêndice II - Ficha de Prova Hedónica de Bolachas de Farinha de Banana Verde – 1 mês e 3 meses	59
Apêndice III - Fichas Técnicas das Bolachas de Farinha de Banana Verde	61
Anexo I – Ficha técnica do filme de embalagem	65

Índice Figuras

Figura 1 - Modelo de Irradiador com fonte de cobalto 60 (Borato, 2012).	10
Figura 2 - Banana irradiada e não irradiada (Borato, 2012)	12
Figura 3 - Fases de processamento dos biscoitos com farinha de banana verde	24
Figura 4 - Elaboração das bolachas de FBV	25
Figura 5 - Equipamento de enchimento de Gás em MAP	25
Figura 6 - Bolachas de FBV após o embalamento em CO ₂ e Mistura de gases.....	26
Figura 7 - Representação esquemática da imagem digital (Dias, 2014).....	28
Figura 8 - Valores médios referentes à medição de gases	32
Figura 9 - Colapso das embalagens em CO ₂	33
Figura 10 - Erro detetado pelo “PBI Densensor” na medição de gases na atmosfera em CO ₂	33
Figura 11 - Valores referentes à contagem de microrganismos a 30°C	34
Figura 12 - Valores médios referentes à análise do amido resistente	38
Figura 13 - Valores médios referentes à análise sensorial cujas amostras se incorporou farinha sem radiação - Testemunha	39
Figura 14 - Valores médios referentes à análise sensorial cujas amostras se incorporou farinha com radiação de 1kGy	40
Figura 15 - Valores médios referentes à análise sensorial cujas amostras se incorporou farinha com radiação de 3kGy	40
Figura 16 - Distribuição dos atributos no plano principal.	44
Figura 17 - Projeção das amostras no plano principal	45

Índice Tabelas

Tabela 1 - Composição aproximada de bananas em diferentes estágios de maturação através da classificação pela cor da casca	5
Tabela 2 - Composição nutricional de bananas "Prata" e "Nanica" (em 100g de polpa).6	
Tabela 3 - Composição química da farinha de banana verde (média \pm desvio padrão, n=3)	7
Tabela 4 - Exemplos de atmosferas modificadas e tipos de embalagens	13
Tabela 5 - Gases utilizados para a conservação em atmosfera modificada	14
Tabela 6 - Mistura de gases recomendados para alimentos secos e produtos de padaria	17
Tabela 7 - Principais materiais de embalagem usados em MAP	18
Tabela 8 - Amostragem usada no embalamento	22
Tabela 9 - Identificação das amostras	23
Tabela 10 - Receita mãe de "bolachas de farinha de banana verde"	23
Tabela 11 - Valor energético das amostras (por 100g)	31
Tabela 12 - Caracterização dos valores médios, desvios padrão e resultados da análise de variância para as diferentes amostras	36
Tabela 13 – Média das provas sensoriais	39
Tabela 14 - Valores próprios e extração dos componentes principais.	42
Tabela 15 - Coeficientes de correlação entre os atributos (variáveis iniciais) e os dois primeiros componentes principais.....	43

Dedicatória

«Aos meus queridos pais!»

Agradecimentos

Quase a concluir mais uma etapa da minha vida, é com enorme satisfação que reconheço todos aqueles que tiveram um papel determinante e tão importante quer para a minha formação pessoal quer para a formação académica.

Agradeço a todo o corpo docente da Escola Superior Agrária de Beja, que tão bem me acolheu e onde tive o privilégio de poder aprender com excelentes profissionais, na qualidade de professores e assistentes; entre eles, saliento os docentes das áreas de Tecnologias Alimentares que foram determinantes no desenvolvimento do meu entusiasmo pela engenharia alimentar.

Deixo aqui também um obrigada muito especial a todos aqueles que de uma forma ou de outra me ajudaram e que foram determinantes nesta fase da minha vida, nomeadamente:

- Ao meu orientador de estágio, o Doutor Bartolomeu Alvarenga, um enorme obrigada pelo seu papel determinante na realização desta tese, por toda ajuda, confiança e incentivo ao longo destes últimos meses;
- Ao incansável Doutor João Dias por toda ajuda prestada desde o início deste trabalho;
- Ao Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares do Brasil, por nos ter enviado a farinha de banana verde do qual resultou este estudo, em especial à Doutora Magda Taipina;
- À Doutora Maria João Carvalho por toda a disponibilidade que sempre demonstrou;
- À Doutora Olga Amaral pela ajuda e disponibilidade nas análises ao amido resistente;
- Às minhas queridas Fernanda Fragoso e engenheira Célia Lampreia por toda ajuda, paciência e amizade;
- À minha Maria Diogo pelas gargalhadas que me arrancou nestes últimos meses;
- À engenheira Manuela por toda a disponibilidade e boa vontade em ajudar que sempre demonstrou;

- Ao engenheiro Floro por todos os conselhos sábios e por toda a ajuda na análise sensorial;
- Ao senhor Miguel Horta por o apoio prestado na planta piloto durante o desenvolvimento do produto;
- Aos colegas e docentes que desinteressadamente deram o seu valioso contributo durante as várias provas hedónicas.

E porque o sucesso académico depende de uma sólida base emocional, é inevitável não agradecer ao meu namorado Luís e a um conjunto de amigos que me acompanharam ao longo destes anos, quer festejando comigo todas as minhas vitórias, quer partilhando o sofrimento nos momentos mais difíceis e dando-me sempre a força que me faltava. Todos eles sabem o quão importantes são para mim, e aqui reforço o agradecimento que lhes devo.

Deixei para o fim aqueles a quem todos os agradecimentos nunca serão suficientes e que jamais conseguirei pôr em palavras o quanto os admiro, o quanto me orgulho deles, e o quanto lhes agradeço por tudo o que fazem por mim e por todos os seus ensinamentos. Os meus Pais. A eles agradeço por terem estado sempre e incondicionalmente ao meu lado, e por me terem dado a força que precisei para chegar até aqui. À Mãe agradeço por me mostrar o lado emocional da vida, e ao Pai agradeço por me fazer ver esta mesma vida de forma mais racional. É aos meus queridos Pais que devo tudo o que alcancei e tudo o que hoje sou.

A todos vós, o meu muito Obrigada!

Abreviaturas

ACP – Análise em componentes principais

AR – Amido Resistente

CO₂ – Dióxido de carbono

CP – Componente principal

FBV – Farinha de Banana Verde

kGy – Quilogray

MAP – “*Modified Atmosphere Packaging*”

N₂ – Azoto

O₂ – Oxigênio

Resumo

A banana é um dos frutos mais consumidos no mundo, no entanto um quinto da sua produção é desperdiçada, devido às perdas pós colheita ou por não se enquadrar nos padrões de aceitabilidade do consumidor. A farinha de banana verde (FBV) surge assim como uma alternativa para minimizar estas perdas. Contendo uma boa fonte de nutrientes, fibras, amido resistente e micronutrientes importantes para a saúde humana, a FBV apresenta grande variabilidade para a indústria alimentar através da incorporação da FBV em produtos alimentares. Como tal a presente dissertação tem como objetivo desenvolver bolachas produzidas com FBV irradiada, e estudar a influência da radiação gama na qualidade das bolachas ao longo de 3 meses de conservação em dois tipos de atmosfera modificada. Para este estudo foi utilizada FBV não irradiada (Testemunha), FBV irradiada com raios gama em doses de 1kGy e 3kGy e embalagem em atmosfera modificada, com 100% de CO₂ e Mistura de gases (2% O₂; 88% N₂ e 10% CO₂). Em termos gerais, observou-se que as amostras onde se incorporou FBV com radiação de 3kGy apresentam melhores resultados que as restantes amostras. O embalagem de mistura de gases mostrou-se mais eficaz na conservação de bolachas de FBV, havendo um colapso da embalagem do embalagem em CO₂, devido à absorção do CO₂ pelo produto.

Palavras-Chave: Farinha de banana verde; bolachas; radiação gama; atmosfera modificada; conservação.

Abstract

Banana it's one of the most consumed fruits in the world, however 20% of the production is wasted, because of the losses after the consumers wanted. The green banana flour (GBF) became as an alternative to minimize this losses. It contains a good source of nutrients, fiber, resistant starch and micronutrients, very important for human's health, the GBF presents a big variability to food industry as a food product. As well the objective of this study, is developed the GBF cookies during 3 months of conservation in two different types of modified atmosphere. For this study it was used a GBF without radiation (as a reference) and GBF radiated with gamma radiation (1kGy and 3kGy), packaging in modified atmosphere / modified atmosphere packaging, with 100% CO₂ and another with mixture of gases (2% O₂; 88% N₂ e 10% CO₂). In general terms, it was observed that those samples where it was used 3kGy radiation, presented the best results them the rest of sample. The packing with gases mixture showed as more efficient in GBF cookies conservation, because of CO₂ absorption from the product.

Keywords: green banana flour; cookies; gamma radiation; modified atmosphere; conservation.

CAPÍTULO I – ENQUADRAMENTO DO TRABALHO E OBJETIVOS

1.1 - Introdução

A banana é uma fruta de elevado valor nutricional, é boa fonte energética, possuindo alto teor de hidratos de carbono, amido e açúcares. Contém ainda teores consideráveis de vitaminas A, B₁, B₂, C e de sais minerais como potássio, fósforo, cálcio, sódio e magnésio, além de outros constituintes em menor quantidade (Medina, 1995). Na banana verde, o principal componente é o amido, podendo corresponder até 55 a 93% do teor de sólidos totais. Na banana madura, o amido é convertido em açúcares, na sua maioria glucose, frutose e sacarose, dos quais 99,5% são fisiologicamente disponíveis. Dependendo do cultivar, o fruto pode pesar de 100 a 200g, ou até mais, contendo de 60 a 65% de polpa comestível (Medina, 1995; Uehara, 2011). A banana é um dos frutos mais consumidos no mundo, sendo produzido na maioria dos países tropicais, representando a quarta fonte de energia depois do milho, arroz e trigo (Sousa, 2003). De toda a colheita da banana, um quinto da sua produção é desperdiçada, devido às perdas pós colheita ou por não se enquadrar em padrões de aceitabilidade do consumidor. A farinha de banana verde é assim, uma alternativa para minimizar estas perdas (Sousa, 2003; Modense, 2011).

A farinha de banana verde é conseguida a partir do produto verde ou em puré, por desidratação: liofilização ou secagem (podendo esta ser natural ou com atmosfera controlada). No entanto a liofilização apesar de apresentar um custo mais elevado apresenta melhores características de cor, aroma e sabor na qualidade da FBV (Folegatti *et al.*, 2012). Assim, a farinha de banana verde quando é adicionada a farinha de trigo, milho ou arroz, pode ser usada como incremento nutricional para pizzas, pães, massas, bolachas, biscoitos entre outros produtos (Uehara, 2011; Fasolin *et al.*, 2007). Devido às suas grandes quantidades de amido resistente (AR), a farinha de banana verde apresenta elevado interesse para indústria alimentar e para o consumidor (Lajolo, 2001). O principal interesse em relação ao amido resistente é o seu papel fisiológico. Por não ser digerido no intestino delgado, este tipo de amido torna-se disponível como substrato para fermentação pelas bactérias anaeróbicas do cólon. Desta forma, essa fração compartilha muitas das características e benefícios atribuídos à fibra alimentar no trato gastrointestinal (Uehara, 2011).

A preservação de alimentos pelo uso da radiação ionizante vem crescendo na indústria alimentar (Uehara, 2011). A irradiação é uma técnica usada na conservação de alimentos que reduz as perdas naturais causadas por processos fisiológicos, como o envelhecimento, além de eliminar ou reduzir a carga microbiana, parasitas, insetos e os seus ovos, sem causar prejuízos ao alimento, que passa por um tratamento de exposição, quando embalado ou não, a um dos três tipos de energia ionizante: raios gama, raios-X ou feixes de elétrons, em quantidade e tempo controlados (Borges, 2002). Na irradiação de alimentos utiliza-se principalmente como fonte de radiação gama o isótopo Cobalto-60, obtido pelo bombeamento com neutrões do metal Cobalto-59 (Camargo, 2007). A quantificação das doses de radiação faz-se em função da energia absorvida pelo produto irradiado, sendo que a aplicação em alimentos, a maioria das doses utilizadas encontram-se entre 0,1 e 7kGy, sendo a dose de 3kGy a mais eficaz para a redução da população bacteriana (Borges, 2002; Taipina *et al.*, 2012). No entanto, o processo de irradiação por radiação gama pode causar alteração de textura e degradação do amido através da formação de radicais livres (Modenese, 2011), daí a importância de se estudar estes efeitos em produtos que tenham como base produtos submetidos a radiação, de forma a observar possíveis alterações que possam surgir com o tempo de conservação.

Na conservação de alimentos, o acondicionamento do produto é um fator decisivo, para manter intactas as suas propriedades e proporcionar um aumento do tempo de prateleira. Sendo o acondicionamento em embalagens em atmosfera modificada um fator crucial para diminuir a deterioração física, enzimática e microbiana que altera os alimentos (Air Liquide, 2012). A embalagem em atmosfera modificada (MAP) é um método de conservação de alimentos que consiste na substituição do ar, no interior da embalagem, por uma mistura de gases como oxigénio (O₂), dióxido de carbono (CO₂) e azoto (N₂) ao redor do produto. Este método proporciona o aumento da sua validade comercial, diminui perdas como a sua deterioração e facilita a comercialização de diferentes produtos. O objetivo da embalagem sob atmosfera modificada é retardar o crescimento dos microrganismos patogénicos e deteriorantes presentes, a partir da diminuição da concentração de O₂ e da aplicação de níveis elevados de CO₂, que possui efeito inibidor do crescimento bacteriano. A modificação da atmosfera no interior da embalagem depende de três fatores: respiração do produto, difusão do gás através do produto e permeabilidade do filme aos gases. A difusão do gás é afetada pela temperatura, massa e volume do alimento, taxa de respiração e pela permeabilidade da membrana (Mantilla *et al.*, 2010).

Este estudo foi realizado na Área Departamental de Ciência e Tecnologia dos Alimentos da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Beja, onde se procedeu à elaboração das amostras e determinação de análises físico-químicas, reológicas, microbiológicas e sensoriais. A FBV foi produzida e enviada pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN.

1.2 - Objetivos

O principal objetivo da presente dissertação é estudar a influência da radiação gama na qualidade de bolachas produzidas com farinha de banana verde ao longo de três meses de conservação em dois tipos de atmosferas modificadas. As duas atmosferas utilizadas na conservação das bolachas de farinha de banana verde são 100% CO₂ e mistura de gases (2% O₂; 88%N₂; 10% CO₂).

Pretende-se neste trabalho desenvolver bolachas à base de farinha de banana verde saudáveis e sensorialmente apelativas. Na produção das bolachas não é adicionado qualquer tipo aditivo químico alimentar, apenas os produtos indicados na receita mãe e descritos no Capítulo III da presente dissertação.

CAPÍTULO II – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 - Banana

A banana (*Musa spp.*) pertence à classe das Monocotyledoneae, da família Musáceae, possuindo três subfamílias, a principal delas é a Musoideae que apresenta dois gêneros. O gênero *Musa* que é onde se encontra os frutos comestíveis, da ordem Scimitales (Zandonadi, 2009).

A polpa de banana verde é uma massa com alto teor de amido e baixo teor de açúcares solúveis e compostos aromáticos, sendo caracterizada por forte adstringência devido à presença de compostos fenólicos solúveis¹ principalmente taninos (Borato, 2012). Os frutos verdes são ricos em flavonoides, e também apresentam conteúdo significativo de amido resistente (Rodríguez-Ambriz, 2008). Na polpa de banana verde, o principal componente é o amido, contendo de 60 a 80% de amido em base seca (Lii *et al.*, 1982; Zhang *et al.*, 2004). À medida que a banana amadurece, ocorre a polimerização dos compostos fenólicos, com consequente diminuição na adstringência, aumento da doçura e redução da acidez (Taipina *et al.*, 2004; Borato, 2012). Na banana madura, ocorre ainda na sua composição química algumas modificações, onde cerca de 12 a 20% do amido é degradado e convertido em açúcares solúveis, com predominância da sacarose sobre as hexoses (frutose e glicose) dos quais 99,5% são fisiologicamente disponíveis (Fasolin *et al.*, 2007; Taipina *et al.*, 2004). Na digestão humana, a quantidade de amido de banana não hidrolisada e não absorvida no intestino delgado também depende diretamente do grau de maturação da banana (Modenese, 2010).

As mudanças no amadurecimento de bananas foram estudadas por Lii *et al.* (1982), que relacionaram o conteúdo de amido, açúcares redutores, não-redutores e a temperatura de gelatinização em nove estágios conforme a cor da casca (Tabela 1).

¹ Encontram-se em pequenos compartimentos dentro dos vacúolos celulares, na forma livre ou conjugada frequentemente sob a forma de ésteres e aminas, associados às ceras da superfície da planta.

Tabela 1 - Composição aproximada de bananas em diferentes estágios de maturação através da classificação pela cor da casca

Estágio	Cor da casca	Amido (%)	Açúcares redutores (%)	Sacarose (%)	Temperatura de gelatinização (°C)
1	Totalmente verde	61,7	0,2	1,2	74-81
2	Verde	58,6	1,3	6,0	75-80
3	Verde com traços amarelos	42,4	10,8	18,4	77-81
4	Mais verde que amarelo	39,8	11,5	21,4	75-78
5	Mais amarelo que verde	37,6	12,4	27,9	76-81
6	Amarelo com pontas verdes	9,7	15,0	53,1	76-80
7	Todo amarelo	6,3	31,2	51,9	76-83
8	Amarelo com traços castanhos	3,3	33,8	52,0	79-83
9	Amarelo com muitos traços castanhos	2,6	33,6	53,2	-

Fonte: Lii et al., 1982

Praticamente toda a produção de banana é consumida *in natura* e somente uma pequena parcela é submetida a algum processo de industrialização (Fioravanço, 2003). Desta maneira, o estudo das propriedades do amido de banana verde é de fundamental importância, tanto por ser de fonte botânica diferente das usuais, como por ser uma alternativa de aproveitamento da fruta (Izidoro, 2011).

2.1.1 - Aspectos nutricionais da banana verde

A banana (*Musa* spp.), independentemente de seu grupo genómico, é um alimento altamente energético apresentando cerca de 100kcal por 100g de polpa, cujos hidratos de carbono (cerca de 22%) são facilmente assimiláveis (Santos, 2010; Folegatti e Matsuura., 2012). Embora pobre em proteínas e lípidos, os seus teores superam os da maçã, pera, cereja ou pêssego. Contém aproximadamente o mesmo conteúdo de vitamina C que a maçã, além de razoáveis quantidades de vitamina A, B₁, B₂, pequenas quantidades de vitaminas D e E, e maior percentagem de potássio, fósforo, cálcio e ferro do que a maçã ou a laranja (Embrapa, 1997; Folegatti e Matsuura., 2012). Na tabela 2 pode-se observar a comparação entre a composição nutricional de duas variedades a Prata e Nanica.

Tabela 2 - Composição nutricional de bananas "Prata" e "Nanica" (em 100g de polpa).

Componente	Variedade	
	Prata	Nanica
Calorias (Kcal)	89	95
Glucidos (g)	22,8	22,0
Proteínas (g)	1,3	1,3
Lípidos (g)	0,3	0,3
Cálcio (mg)	15,0	21,0
Ferro (mg)	0,2	1,0
Fósforo (mg)	26,0	26,0
Magnésio (mg)	35,0	35,0
Potássio (mg)	370,0	333,4
Sódio (mg)	1,0	34,8
Vitamina A (µg)	10,0	23,0
Vitamina B1 (µg)	92,0	57,0
Vitamina B2 (µg)	103,0	80,0
Vitamina C (mg)	17,3	6,4

Fonte: Adaptado de Folegatti e Matsuura., 2012

2.1.2 - Farinha de banana verde

A farinha de banana é um alimento energético e de elevado valor nutritivo, obtida pela moagem de bananas verdes desidratadas. A sua composição varia com a variedade de banana utilizada, as suas condições de desenvolvimento, maturação e processamento (Badolato, *et al.*, 2006). É obtida a partir do produto verde ou em puré, por desidratação: liofilização ou secagem, podendo a secagem ser natural ou recorrendo a atmosfera controlada. O processo de liofilização apesar de apresentar custos mais elevados é o método em que o produto apresenta melhores características de cor, aroma e sabor, comparando-se com outros processos de desidratação (Folegatti e Matsuura, 2012).

Quando o fruto é submetido à desidratação forma-se a farinha de biomassa, que apresenta de 70 a 80% de amido, quantidade equivalente ao endosperma² de grão de milho e a batata (Folegatti e Matsuura, 2012). O amido é insolúvel em água, mas absorve água ao ser aquecido, inchando os grânulos e formando uma pasta, processo irreversível e chamado de gelatinização

² Parte nutritiva e alimentar de uma fruta e, muitas vezes, envolve o embrião de boa parte das plantas.

(Folegatti e Matsuura, 2012). O estado de maturação e a exposição a altas temperaturas na presença de água (gelatinização) podem influenciar os teores de amido resistente (Modenese, 2011).

Carson (1998) verificou que as propriedades funcionais da farinha de banana verde foram similares as do amido isolado, sugerindo desta forma, a possibilidade de utilizar a banana na forma de farinha, o que permitiria o aproveitamento das frutas rejeitadas para a venda *in natura*. Esta é uma alternativa para o desenvolvimento da cadeia produtiva da banana, pois incentiva o seu uso industrial e minimiza as perdas pós-colheita deste fruto (Modenese, 2011).

Fasolin *et al.* (2007) estudou a composição química da farinha de banana verde apresentada na tabela 3, onde demonstra os altos teores de amido presentes na FBV, as cinzas, proteínas, lípidios e açúcares redutores e não redutores.

Tabela 3 - Composição química da farinha de banana verde (média \pm desvio padrão, n=3)

Componente	Quantidade (100g)
Humidade	7,55 \pm 0,13
Cinza	2,69 \pm 0,06
Proteínas	4,54 \pm 0,20
Lípidos	1,89 \pm 0,11
Amido	81,98 \pm 0,95
Açúcares redutores	Vestígios
Açúcares não redutores	Vestígios

Fonte: Adaptado de Fasolin *et al.*, 2007

2.1.3 - Desenvolvimento de produtos com base na farinha de banana

O amido resistente (AR) tem sido alvo de variados estudos, através das quais têm sido comprovados o seu elevado valor para a saúde dos consumidores. A grande vantagem do uso da banana verde como fonte de amido é ser mais barata, e proporcionar a utilização de subprodutos, evitando perda de parte da produção de banana. Nos últimos anos, têm sido descritos como possível a incorporação da farinha de banana verde em diversos produtos alimentares. Na Universidade de Brasília desenvolveram um macarrão à base de farinha de banana verde, com 98kcal por cada porção de 100g e 98% menos gordura do que as massas comuns (Corsino, 2012; Alvarenga *et al.*, 2011). Outra aplicação da farinha de banana verde

tem sido testada na preparação de pão, macarrão e biscoitos de baixo valor calórico (Bezerra, 2013).

Na vertente de alimentos para intolerantes ao glúten, tem sido estudado a substituição da farinha de trigo pela farinha de banana verde, dos ovos inteiros por apenas as claras, para reduzir o teor de lípidos e aumentar o valor proteico, porque a retirada do glúten provoca perda de proteína, que tem grande importância nas características tecnológicas e sensoriais da massa (Bezerra, 2013). A proteína da clara de ovo tem grande influência na qualidade da massa sem glúten porque apresenta boa coagulação, é de fácil acesso e de baixo custo (Bezerra, 2013; Zandonadi, 2012).

A biomassa de banana verde substitui espessantes como o trigo, soja, fécula de mandioca e o amido de milho. Como substituto da farinha de trigo, faz dos pães, bolos, tortas e salgados alimentos economicamente acessíveis, assim como substituindo a farinha de milho, soja, ovo, entre outros ingredientes utilizados na preparação de derivados da carne e enchidos, permite a colocação no mercado, de alimentos mais saudáveis (Silva, 2010; Alvarenga *et al.*, 2011).

2.2 - Irradiação de alimentos

A irradiação de alimentos surgiu pouco depois do descobrimento da radioatividade e dos raios-X, no final do século XIX, quando foi percebido que a radiação poderia ser aplicada para matar bactérias e retardar a germinação e amadurecimento de frutas e vegetais. A possibilidade do uso da irradiação, para prolongar o tempo de vida de certos alimentos, tornou-se uma proposta prática a partir dos anos 50, quando começaram a ser construídas instalações industriais de irradiação de grande porte (Uehara, 2011).

A irradiação é uma técnica usada na conservação de alimentos que reduz as perdas naturais causadas por processos fisiológicos (brotamento, maturação e envelhecimento), além de eliminar ou reduzir a carga microbiana (onde as bactérias, leveduras e fungos são rompidos), parasitas, insetos e os seus ovos (são mortos ou tornam-se estéreis), sem causar prejuízos ao alimento, que passa por um tratamento de exposição, quando embalado ou não, a um dos três tipos de energia ionizante: raios gama, raios-X ou feixes de elétrons, em quantidade e tempo controlados (Borges, 2002). Durante este processo, o alimento é aquecido, mas nenhuma

radiação fica retida no alimento. A irradiação não torna o alimento radioativo, mas sim, seguro para o consumidor (Bertolini *et al.*, 2001).

O processo de irradiação via radiação gama envolve o uso de uma radioatividade isotópica, na forma de Cobalto-60, que emite raios gama de alta energia capazes de penetrar profundamente no produto que está sendo irradiado (Bhat, *et al.*, 2009; Modenese, 2011). A radiação gama induz a degradação do amido através da formação de radicais livres (Bertolini *et al.*, 2001). Os alimentos submetidos a tratamentos com radiações ionizantes, através de exposição controlada a uma fonte de Cobalto-60 apresentam alterações benéficas, como o aumento do tempo de conservação e a redução da deterioração do alimento (Modenese, 2011). Após este tratamento, os alimentos podem ser armazenados, transportados e até mesmo consumidos imediatamente o processo de irradiação (O'Bryan *et al.*, 2008; Modenese, 2011).

No processo de irradiação, o elevado poder de penetração dos raios gama permite que uma grande variedade de alimentos seja tratada sem manipulação durante o processo, ocorrendo, no caso da banana verde, um aumento da vida útil (Modenese, 2011; Borato, 2012). A radiação são ondas eletromagnéticas ou partículas que se propagam com uma determinada velocidade (Borato, 2012).

O tipo de radiação depende da quantidade de energia, e pode ser descrita como “ionizante” ou “não ionizante” (Uehara, 2011). A radiação diz-se ionizante quando a energia da radiação incidente sobre o material é suficientemente violenta para “arrancar” o elétron do seu átomo, dando-se a ionização, deixando o átomo de ser neutro, pois com menos um elétron, o número de prótons é maior, e o átomo torna-se um “ião positivo” (Uehara, 2011). Quando a energia não é suficiente para “arrancar” elétrons dos átomos, diz-se que a radiação é não ionizante, quando ocorre a excitação do átomo, e os elétrons são levados para as camadas mais externas do átomo, sem serem “arrancados”. Para a excitação de um átomo, a energia fornecida pela radiação deve ser igual à diferença de energia entre os níveis de origem e de destino do elétron. Este fato ocorre porque os elétrons encontram-se em níveis de energia bem definidos nas camadas eletrônicas dos átomos (Uehara, 2011; Borato, 2012).

Os irradiadores de cobalto 60 (figura 1) consistem numa fonte de cobalto 60 instalada numa câmara de irradiação com paredes blindadas (Borato, 2012). Quando a fonte de cobalto não está em operação, fica armazenada numa piscina (poço) com água tratada, revestida por um “liner” (revestimento) de aço inox, no interior da blindagem (USP-CENA, 2005-a). Os

alimentos a serem irradiados são colocados em "*containers*" e através de um monotrilha são conduzidos para o interior da câmara de irradiação, onde recebem a dose programada de radiação gama. São operadores qualificados que controlam e monitoram eletronicamente a fonte de radiação e o tratamento dos produtos, através de um painel de controlo situado fora da câmara de irradiação (USP-CENA, 2005-a). O irradiador de grande porte é utilizado na esterilização e tratamento de alimentos "*in natura*" e industrializados, com o intuito de conservar, aumentando a vida útil do produto (Borato, 2012).

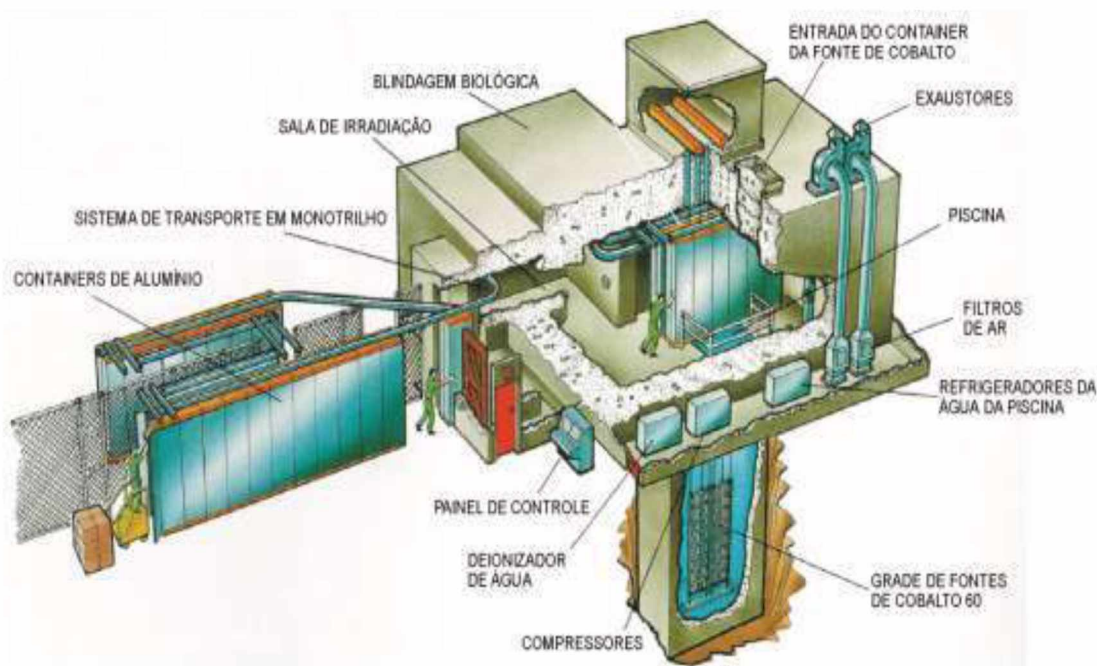


Figura 1 - Modelo de Irradiador com fonte de cobalto 60 (Borato, 2012).

A quantificação das doses de radiação faz-se em função da energia absorvida pelo produto irradiado (Camargo, 2007). A unidade de medida utilizada é o Gray (Gy) ou kilogray (kGy), sendo um Gray equivale a um Joule de energia por quilograma de alimento irradiado (Taipina *et al.*, 2012). Para a aplicação em alimentos, a maioria das doses utilizadas encontram-se entre 0,1 e 7kGy, sendo que a dose de 3kGy é mais eficaz para a redução da população bacteriana (Borges, 2002; Borato, 2012).

A dose de irradiação a ser aplicada ao alimento é determinada pelo efeito que se pretende ter: altas doses, maiores que 10kGy, são destinadas para a esterilização de alimentos; doses médias, de 1 a 10kGy, exercem um efeito de pasteurização aumentando a vida de prateleira;

e baixas doses, menores de 1kGy, controlam efetivamente a infestação por parasitas e insetos, e diminuem o processo de senescência³ na maioria das frutas frescas e o brotamento de vegetais (Andrews *et al.*, 1998; Modenese, 2011). Porém, na prática, a dose máxima é estabelecida tendo como base o aparecimento de mudanças indesejáveis nas características sensoriais (Kilcast, 1991; Uehara, 2011).

Dependendo das dosagens de radiações ionizantes, às quais se submetem os alimentos, estes podem ser processos de radapertização, radiciação ou radurização (Uehara, 2011). A radapertização ou esterilização é o tratamento do alimento com uma dose de energia ionizante suficiente para prevenir a decomposição e a toxicidade de origem microbiana, seja quais forem o tempo e as condições de armazenamento do produto (Uehara, 2011). Esta técnica é muito empregada em produtos cárneos. Exemplo disso são os filés de frango e peito de peru (também produzidos pela NASA - EUA), que não têm prazo de validade, mesmo à temperatura ambiente, desde que a embalagem seja mantida intacta (Uehara, 2011; Camargo, 2007; Borato, 2012).

A radiciação é o tratamento do alimento com uma dose de energia ionizante suficiente para reduzir o número de bactérias patogénicas viáveis e não produtoras de esporos, para que estas não sejam detetadas por métodos de análises bacteriológicas nos alimentos tratados (Uehara, 2011; Camargo, 2007; Borato, 2012). Esse tratamento também inativa parasitas presentes nos alimentos, sendo as doses requeridas neste processo geralmente de 2 a 8kGy (Uehara, 2011; Taipina *et al.*, 2012). A radiciação é utilizada, por exemplo, na pasteurização de sumos, carnes frescas, massas frescas (Camargo, 2007; Borato, 2012).

A radurização é um tratamento semelhante à pasteurização, causa a redução na contagem de microrganismos deterioradores viáveis (Uehara, 2011). Neste caso geralmente utilizam-se outros métodos de conservação associados, como a refrigeração. As doses utilizadas encontram-se entre 0,4 a 2,5kGy (Uehara, 2011). A radurização pode ser utilizada para prevenir brotamentos em tubérculos, retardar o tempo de maturação de frutas, prevenir a deterioração por fungos em frutas e hortaliças e o controlo de infestação por insetos e ácaros. Na banana irradiada e não irradiada (figura 2), o prolongamento no tempo de maturação da mesma é uma ótima vantagem principalmente no que diz respeito à distribuição (Camargo, 2007; Borato, 2012).

³ Envelhecimento do fruto



Figura 2 - Banana irradiada e não irradiada (Borato, 2012)

Nos alimentos o processo de irradiação por radiação gama pode causar modificações na viscosidade, alteração de textura e degradação do amido através da formação de radicais livres (Modenese, 2011).

2.3 - Embalagem em Atmosfera Modificada - MAP

A MAP - do inglês, *Modified Atmosphere Packaging* - é um processo pelo qual o ar atmosférico é retirado e substituído por uma nova atmosfera com a composição desejada, sendo atualmente uma prática corrente muito utilizada na indústria alimentar (Sousa e Alves, 2008). A MAP evoluiu muito desde a descoberta do efeito inibidor de teores de 10% a 20% de CO₂ (com temperaturas inferiores a 4°C) sobre o crescimento de *Pseudomonas spp* na década de 1930 (Flores e Matsos, 2005). Contudo, o interesse nas técnicas de preservação utilizando/manipulando os gases que compõem as embalagens apenas teve o seu reconhecimento “comercial” e “económico” a partir de 1970, dando origem à comercialização de produtos em MAP (Flores e Matsos, 2005; Santos, 2007).

Os produtos em MAP oferecem várias vantagens aos produtores e aos consumidores. Para o consumidor, há uma enorme conveniência e elevada qualidade do produto. (Espada, 2012). Pode ainda haver redução ou eliminação de uso de conservantes químicos, o que alinha os produtos com as tendências modernas como o “natural” e o “saúdável” que o consumidor cada vez mais procura (Sousa e Alves, 2008). É um sistema que se aplica a uma grande variedade de produtos (vegetais, carnes, lacticínios) independentemente do processamento a que são sujeitos (frescos, congelados ou refrigerados) e das suas características (Flores e Matsos,

2005). Mantém a qualidade organolética do produto porque inibe reações de escurecimento e de oxidação, preserva a cor vermelha da carne fresca e suporta o metabolismo activo dos produtos frescos ou minimamente processados (Floros e Matsos, 2005). Para este tipo de embalagem é necessário mais espaço de armazenamento, transporte e exposição de venda pois os pacotes em MAP são volumosos e existe um custo acrescido em consumo de gases (Floros e Matsos, 2005; Sousa e Alves, 2008).

A maioria das aplicações industriais utiliza misturas binárias, isto é, misturas de apenas dois gases, sendo as mais comuns de CO₂ e N₂ ou de CO₂ e O₂, e só em alguns casos se recorre a misturas ternárias (incluindo os três gases) (Sousa e Alves, 2008; Espada, 2012). Na tabela 4 apresentam-se exemplos de algumas das aplicações mais usuais.

Tabela 4 - Exemplos de atmosferas modificadas e tipos de embalagens

Produto	Tempo de prateleira sem MAP	Tempo de prateleira com MAP	Tipo de embalagem	Concentrações (v/v)		
				O ₂	CO ₂	N ₂
Chouriço	10-20 dias	90 dias	PA/LDPE	--	20%	80%
Saladas	3-5 dias	7-12 dias	BOPP	2-5%	3-10%	85-95%
Carnes vermelhas	2-4 dias	8-12 dias	EPS/EVOH/LDPE	80%	20%	--
Pizza	7-10 dias	30 dias	OPA/LDPE	--	40%	60%
Sandes	2-3 dias	7-10 dias	PA/PE	--	30%	70%

Fonte: Adaptado de Espada, 2012

Para além de modificar-se o ambiente gasoso da embalagem, é necessário ter-se em conta que, os produtos alimentares depois de embalados, não são inertes e as reações químicas no alimento e as resultantes da atividade microbiana fazem com que a atmosfera dentro da embalagem possa sempre evoluir (Espada, 2012; Stiles, 1991). Estas evoluções da atmosfera dentro da embalagem são resultantes da interação do produto com os seus contaminantes microbiológicos, podendo estas reações serem mais ou menos desejáveis (Stiles, 1991). Por esta razão, as embalagens utilizam materiais com maiores ou menores permeabilidades a tipos de gases específicos, inibindo, reduzindo ou alterando a troca de gases entre, por um lado, o produto alimentar e a atmosfera dentro da embalagem e, por outro, o ar ambiente (Stiles, 1991; Santos, 2007).

2.3.1 - Gases utilizados em MAP

A legislação sobre aditivos alimentares permite o uso dos seguintes gases: azoto (N_2), dióxido de carbono (CO_2), oxigénio (O_2), hélio (He), e árgon (Ar), sendo que cada gás tem as suas propriedades e efeitos, como se pode observar na tabela 5. Cada um é utilizado em estado puro ou em misturas, pelas suas propriedades físico-químicas, em função do tipo de produto alimentar que se pretende conservar (Air Liquide, 2012).

Tabela 5 - Gases utilizados para a conservação em atmosfera modificada

Gás	Propriedades	Efeitos
Azoto N_2	Inerte e inodoro; Pouco solúvel em água e gordura; Sem efeitos bacteriológicos e fungistáticos diretos;	Evita o fenómeno de oxidação dos pigmentos; Limita a proliferação de bactérias aeróbias; Protege os produtos do esmagamento;
Dióxido de Carbono CO_2	Bacteriostático e fungistático; Muito solúvel em água e gorduras;	Eficaz em proporções superiores a 20% na atmosfera; Atrasa o crescimento e reduz a velocidade de multiplicação das bactérias aeróbias e do bolor;
Oxigénio O_2	Oxidante; Mantém a vida;	Mantém a cor vermelha da carne; Evita a proliferação de microrganismos anaeróbios estritos; Garante a respiração dos vegetais frescos;
Árgon Ar	Inerte; 2 vezes mais solúvel em água que o azoto; 5 vezes mais solúvel em gorduras que o azoto; 1,4 vezes mais denso que o azoto;	Evita o fenómeno de oxidação dos pigmentos; Limita a proliferação de bactérias aeróbias; Reduz a degradação enzimática; Reduz o coeficiente respiratório dos vegetais crus;
Hélio He	Gás sinalizador	Permite detetar fugas

Fonte: Adaptado de Air Liquide, 2012.

No entanto, de acordo com Church (1994), geralmente são utilizados três gases para alimentos: O_2 , N_2 e CO_2 , cada qual possuindo uma função específica. A escolha da mistura de gases utilizada é influenciada pelos microrganismos capazes de crescerem no produto, pela sensibilidade do produto ao O_2 e ao CO_2 e pela estabilidade da cor desejada.

A eficácia do processo requer uma seleção adequada da atmosfera de acondicionamento, em função (Air Liquide, 2012):

- Dos riscos a que o produto está exposto (bolor, bactérias, rancidez);
- Das características próprias de cada produto (teor de água, atividade da água, pH, contaminação);
- Das condições de conservação (temperatura, aditivos, permeabilidade do filme).

2.3.1.1 – Oxigénio - O₂

O gás O₂ geralmente estimula o crescimento de bactérias aeróbicas e inibe o crescimento de anaeróbias estritas, embora exista uma grande variação da sensibilidade de anaeróbios ao O₂ (Church, 1994; Santos *et al.*, 2005).

O O₂ é responsável por muitas reações indesejadas nos alimentos, incluindo oxidação e rancificação de gorduras e óleos, rápido amadurecimento e senescência de frutas e vegetais, alterações na cor e deterioração ocasionada pelo crescimento de bactérias aeróbicas (Mantilla *et al.*, 2010). Graças aos efeitos negativos citados, o O₂ é geralmente evitado na MAP de vários produtos, no entanto, a sua presença em pequenas quantidades é necessária para alguns produtos, como por exemplo, em muitas frutas e vegetais, para permitir processos básicos de respiração aeróbia; em carnes vermelhas, para manter a cor vermelha das carnes frescas (Floros e Matsos, 2005; Mantilla *et al.*, 2010).

Para a maioria dos produtos embalados em atmosfera modificada, exceto frutas frescas, vegetais e certas carnes, o O₂ é excluído ou significativamente reduzido da embalagem (Mantilla *et al.*, 2010). Entretanto, a presença de algum O₂ no início pode favorecer o crescimento de microrganismos competitivos como as bactérias ácido-láticas e, desse modo, ajudar a prevenir o desenvolvimento de alguns patogénicos anaeróbios, principalmente *Clostridium botulinum* (Church, 1994; Mantilla *et al.*, 2010).

2.3.1.2 - Dióxido de Carbono - CO₂

O gás CO₂ é o principal responsável pelo efeito bacteriostático em MAP, sendo este efeito influenciado pela carga bacteriana inicial, pela temperatura de armazenamento e pelo tipo de produto embalado (Church, 1995; Santos *et al.*, 2005). O seu modo de ação depende da dissolução do gás no produto embalado. O efeito inibitório da embalagem em atmosfera modificada é diretamente relacionado com a quantidade de CO₂ presente (Church, 1994;

Church, 1995). A solubilidade deste gás é indiretamente proporcional à temperatura de armazenamento, logo baixas temperaturas possuem um efeito sinérgico para a ação bacteriostática do CO₂ (Church, 1995).

Quando o CO₂ se dissolve em água, este acidifica o meio e esta acidificação, assim como o efeito antimicrobiano do CO₂ nas concentrações maiores que 10-15%, pode suprimir o crescimento de muitos microrganismos deteriorantes e, por esta razão, este é um componente importante da MAP (Brody, 1995; Mantilla *et al.*, 2010). O CO₂ é solúvel em água e em gorduras e sua absorção pelo produto causa uma redução no volume do gás e, consequentemente pode ocasionar o colapso da embalagem (Braz, 2012).

2.3.1.3 - Azoto - N₂

O N₂ é um gás quimicamente inerte, insípido e menos predisposto a acidentes do que os outros gases comumente usados em MAP. O N₂ é usado como um gás de enchimento, substituindo o O₂ como uma alternativa da embalagem a vácuo, visto que, por ser pouco solúvel em água e gordura, é utilizado para evitar o colapso da embalagem causado pela absorção do CO₂ pelo produto (Church, 1995; Santos *et al.*, 2005; Braz, 2012). Além disso, retarda a rancificação oxidativa e inibe o crescimento de microrganismos aeróbios (Church, 1995; Mantilla *et al.*, 2010).

A mistura de gases utilizada em MAP de diferentes alimentos depende da natureza do alimento e dos mecanismos prováveis de deterioração. Quando a deterioração é principalmente microbiana, o nível de CO₂ na mistura deve ser o mais alto possível, limitado somente pelos efeitos negativos do CO₂ no alimento específico (por exemplo, colapso da embalagem) (Floros e Matsos, 2005). A composição gasosa típica nesta situação é de 30% a 60% de CO₂ e 40% a 70% de N₂. Para produtos que são muito sensíveis ao O₂, nos quais a deterioração ocorre principalmente pela rancificação oxidativa, são utilizadas misturas de 100% N₂ ou N₂ com CO₂ (se a deterioração microbiana também for importante neste alimento) (Braz, 2012; Santos, 2007). Para produtos que respiram, é importante evitar também alta concentração de CO₂ ou concentração muito baixa de O₂ para evitar a respiração anaeróbica (Mantilla *et al.*, 2010).

2.3.2 - MAP e Produtos secos

Existem diferentes categorias de produtos, em função da sua atividade da água (a_w) e dos problemas de degradação que podem surgir (Air Liquide, 2012).

Para os produtos secos (frutos secos, bolos, batatas fritas, produtos em pó) é recomendável eliminar o oxigénio do ar e substituí-lo por um gás inerte, para evitar a oxidação da matéria gorda como se pode observar na tabela 6, onde estão indicados a mistura de gases recomendados para alimentos secos e produtos de padaria. Não sendo previsível um desenvolvimento microbiano, dado o seu grau de secura (Air Liquide, 2012).

Tabela 6 - Mistura de gases recomendados para alimentos secos e produtos de padaria

Produto	Mistura de gases	Volume de gases Peso do produto	Shelf life típico Ar/MAP	Temperatura de armazenamento
Pão pré-cozido	100% de CO ₂	50 – 100ml 100g de produto	5 dias/20 dias	20 - 25°C
Bolos	50% de CO ₂ + 50 % de N ₂	50 – 100ml 100g de produto	15 dias/ 60 dias	20 - 25°C
Café (grãos)	N ₂ ou CO ₂	50 – 100ml 100g de produto	4 semanas / 24 semanas	20 - 25°C
Leite em pó	100% de N ₂	50 – 100ml 100g de produto	12 semanas / 52 semanas	20 - 25°C
Amendoins	100% de N ₂	50 – 100ml 100g de produto	12 semanas / 52 semanas	20 - 25°C

Fonte: Adaptado de Air Liquide, 2012

2.3.3 - Filmes utilizados na MAP

Para além de se modificar o ambiente gasoso da embalagem, é necessário ter-se em conta que, depois de embalados, os produtos alimentares não são inertes e as reações químicas no alimento e as resultantes da atividade microbiana fazem com que a atmosfera dentro da embalagem possa sempre evoluir (Greengras, 1993; Mantilla *et al.*, 2010). Estas evoluções da atmosfera dentro da embalagem, resultantes da interação com o produto alimentar e os seus contaminantes microbiológicos, podem ser mais ou menos desejáveis (Greengras, 1993). Por essa razão, as embalagens utilizam materiais com maiores ou menores permeabilidades a tipos de gases específicos, inibindo, reduzindo ou alterando a troca de gases entre, por um lado, o

produto alimentar e a atmosfera dentro da embalagem e, por outro, o ar ambiente (Mantilla *et al.*, 2010). São muitos os materiais de embalagem existentes para estes fins, estando os principais descritos na tabela 7.

Tabela 7 - Principais materiais de embalagem usados em MAP

Designação	Função
Poliamida - PA	Resistência a elevadas temperaturas, flexibilidade, dureza, alguma barreira ao gás
Polietileno - PA/PE	Boa barreira de oxigénio, alto grau de transparência e uma elevada resistência, bom conservante de aroma e sabor
Poliamida orientada - OPA	Barreira ao gás
Polietileno de baixa densidade - LDPE	Soldadura
Copolímero de etileno e álcool vinílico/ Cloreto de polivinilideno - EVOH	Barreira ao gás
Poliéster - PVdC	Barreira ao gás, barreira à humidade
Poliéster orientado - PET	Rigidez, alguma barreira ao gás
Poliestireno expandido - OPET	Resistência a elevadas temperaturas, flexibilidade
Polipropileno - EPS	Rigidez
Polipropileno orientado - PP	Barreira à humidade, rigidez, compatível com o micro-ondas
Policloreto de vinilo - OPP	Barreira à humidade, flexibilidade
PVC	Rigidez, barreira ao gás

Fonte: Adaptado de Mantilla *et al.*, 2010

Em relação aos materiais de embalamento, estes devem contemplar as seguintes propriedades físicas essenciais: baixa transmissão de vapor de água, elevada capacidade de barreira entre os gases, resistência mecânica aos esforços sofridos durante o manuseio da máquina e alta capacidade de proporcionar a integridade da vedação que assegure a retenção do gás desde o enchimento até que seja aberto pelo consumidor (Hastings, 1993).

Entre os filmes comumente empregados para a MAP incluem-se: policloreto de vinilo, polipropileno, poliestireno, nylon e o polietileno, em que as suas propriedades de barreiras dependem da espessura. O polietileno de baixa densidade é utilizado em vários plásticos por ser muito versátil, porém a sua permeabilidade é moderadamente baixa para o vapor de água, mas alta para o O₂, também apresenta um reduzido efeito de barreira contra os odores (Mantilla *et al.*, 2010; Hastings, 1993). O polipropileno é quimicamente similar ao polietileno, no entanto proporciona maior barreira aos gases e ao vapor de água do que o polietileno. O policloreto de vinila (PVC) é o filme termoformável mais utilizado para embalagens em atmosfera modificada, pois possui uma boa capacidade de barreira de gases e moderada ante o vapor de água e excelente resistência a gorduras (Greengras, 1993). Um filme adequado para a embalagem deve ser escolhido baseado na natureza do produto que será embalado (Mantilla *et al.*, 2010). Alimentos que requerem a exclusão de gases como O₂ e/ou alta retenção de gases como CO₂ devem ter permeabilidade muito baixa a estes gases (Hastings, 1993; Mantilla *et al.*, 2010).

2.3.4 - Efeito sobre os microrganismos

A extensão da validade comercial do produto embalado em atmosfera modificada ocorre graças à baixa concentração de O₂, resultando no controle de bactérias aeróbias, que são as principais responsáveis pela deterioração (Jay, 2005). Além disso, a alta concentração de CO₂ também aumenta a validade comercial dos alimentos embalados. O efeito antimicrobiano do CO₂ ocorre em concentração igual ou acima de 10%, aumentando quando se eleva a sua concentração na embalagem. Usando 20% de CO₂, é possível controlar o crescimento de muitos aeróbios, incluindo *Pseudomonas* spp., *Acinetobacter* spp. e *Moraxella* spp., contudo, altas concentrações podem estimular o crescimento de *C. botulinum* (Floros e Matsos, 2005).

Embora o mecanismo da atividade antimicrobiana do CO₂ não esteja completamente entendido, sabe-se que o CO₂ estende a fase de “lag”⁴ do crescimento microbiano de muitas formas: penetra na parede da célula microbiana e altera a permeabilidade celular; solubiliza-se dentro da célula e produz ácido carbônico (H₂CO₃), que reduz o pH da célula e, finalmente, interfere em muitos caminhos enzimáticos e bioquímicos dentro da célula microbiana, reduzindo a sua taxa de crescimento (Floros e Matsos, 2005; Church, 1995).

⁴ Fase “lag” – período que ocorre pouca ou ausência de divisão celular. Encontra-se em estado de latência (repouso) e com intensa atividade metabólica.

Segundo Jay (2005), existem duas explicações para o mecanismo de inibição do CO₂ sobre os microrganismos. O CO₂ bloqueia o metabolismo e parece afetar a descarboxilação enzimática e a permeabilidade da membrana celular. O CO₂ dissolve-se na forma de ácido carbônico, que por sua vez vai ocasionar mudanças na permeabilidade celular. Concentrações de CO₂ em torno de 5% inibem o crescimento da maioria das bactérias deteriorantes, especialmente espécies psicrotróficas⁵, que podem crescer em diferentes alimentos refrigerados (Church, 1995). Diversos mecanismos para a ação do CO₂ sobre os microrganismos têm sido identificados: alteração da função da membrana celular, incluindo efeitos na captação de nutrientes e sua absorção; inibição direta de enzimas ou diminuição na taxa das reações enzimáticas; penetração na membrana celular, levando a alterações intracelulares de pH; alterações diretas nas propriedades físico-químicas de proteínas (Jay, 2005). Uma provável combinação dessas atividades é responsável pelo efeito bacteriostático do CO₂ (Floros e Matsos, 2005; Jay, 2005).

A atividade inibitória do CO₂ aumenta se a temperatura de armazenamento diminui em virtude da maior solubilidade do gás em água sob baixas temperaturas (Floros e Matsos, 2005). A inibição também aumenta quando o pH diminui em uma faixa ácida (Jay, 2005). A efetividade do CO₂ depende também da fase de crescimento do organismo presente. O CO₂ aumenta a duração da fase de adaptação e reduz a taxa de crescimento durante a fase logarítmica. Entretanto, o efeito sobre a primeira é maior e, portanto, à medida que a bactéria passa da fase de adaptação para a fase *log*⁶, o efeito inibitório do crescimento é reduzido (Church, 1995).

Em geral, as bactérias Gram negativas são mais sensíveis à inibição pelo CO₂ do que as Gram positivas, sendo as pseudomonas classificadas como as mais sensíveis, e os clostrídios, como os mais resistentes (Mantilla *et al.*, 2010). Fungos, leveduras e bactérias aeróbias deteriorantes são altamente suscetíveis ao CO₂. As bactérias facultativas podem ou não ser inibidas pelo CO₂, enquanto as bactérias ácido-láticas e anaeróbias são altamente resistentes (Finne, 1982). Bactérias, como as da espécie *Brochothrix thermosphacta*, podem tolerar níveis de CO₂ acima de 75%, e outras, como as bactérias ácido-láticas, podem crescer em 100% de CO₂ (Smith, 1990).

⁵ Microrganismos que têm capacidade de se desenvolver entre 0°C e 7°C.

⁶ A fase log ou fase de crescimento exponencial é o período de aceleração, onde a taxa de crescimento da população microbiana se torna constante, isto é, as células sofrem divisão e o seu número duplica-se após um determinado intervalo de tempo.

2.3.5 - Riscos potenciais da MAP

Segundo Church (1994), as autoridades e algumas indústrias vêm tendo interesse no perigo que certos alimentos embalados em MAP podem representar para a saúde coletiva. Em relação à segurança microbiológica, o *C. botulinum* representa um potencial perigo para alimentos embalados em MAP. Sugere-se que a supressão da microbiota deteriorante em MAP pode resultar em produtos contendo um grande número de microrganismos patogénicos ou toxinas enquanto a aparência do produto ainda permanece intacta, sendo aceitável sensorialmente pelos consumidores (Smith, 1990; Church, 1994).

A presença de ar em alimentos embalados permite o crescimento de microrganismos aeróbios deteriorantes (Mantilla *et al.*, 2010). Após o crescimento desses microrganismos, o produto é provavelmente descartado graças à sua aparência, cheiro, cor e viscosidade desagradáveis, ainda que esteja livre de patogénicos. Em produtos embalados sob atmosfera modificada, a ausência de O₂ pode favorecer o crescimento de patogénicos anaeróbios facultativos e/ou anaeróbios estritos mais do que os aeróbios deteriorantes. Facto similar pode ocorrer com alimentos irradiados, em que algumas doses de radiação eliminam os deteriorantes, mas não afetam os esporos de *C. botulinum* (Church, 1994). Como regra geral, alimentos sujeitos à MAP devem possuir pelo menos um dos seguintes itens antibotulínicos: possuir atividade de água menor que 0,93; ter pH 4,6 ou menor; ser curado com NaCl ou NO₂; conter grande quantidade de não patogénicos; ser mantido no estado congelado; ser mantido a 4°C ou menos e possuir a validade comercial limitada (inferior a dez dias) (Jay, 2005). Uma maneira de prevenir o perigo representado pelo *C. botulinum* é o uso de pré-tratamento em combinação com a MAP, como o cloreto de sódio e a irradiação vêm mostrando efetividade (Church, 1994).

O que distingue os alimentos preservados em atmosfera modificada dos demais alimentos refrigerados não é o facto de permitir o crescimento de patogénicos, mas sim o facto de não permitir que microrganismos deteriorantes cresçam conjuntamente com os patogénicos, o que tornaria o alimento inaceitável para o consumidor (Jay, 2005).

CAPÍTULO III – MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 - Amostragem

A parte prática da presente dissertação foi realizada na Área Departamental de Ciência e Tecnologia dos Alimentos da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Beja, onde foram analisadas as propriedades físico-químicas, microbiológicas, reológica e sensoriais das diferentes amostras de farinha de banana verde produzidas e irradiadas no Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN.

Foram elaboradas 1350 bolachas de farinha de banana verde, onde foram incorporadas três diferentes tipos de farinha de banana verde: não irradiada (Testemunha) e irradiada com raios gama em doses de 1kGy e 3kGy. Sendo as bolachas posteriormente embaladas em duas atmosferas: com 100% de CO₂ e Mistura de gases (2% O₂; 88% N₂ e 10% CO₂), como se pode observar na tabela 8.

Tabela 8 - Amostragem usada no embalamento

Embalamento	Farinha de Banana Verde	0 Dias	1 Mês	3 Meses
Mistura de gases	Testemunha	75 Unidades	75 Unidades	75 Unidades
	1 kGy	75 Unidades	75 Unidades	75 Unidades
	3 kGy	75 Unidades	75 Unidades	75 Unidades
CO ₂	Testemunha	75 Unidades	75 Unidades	75 Unidades
	1 kGy	75 Unidades	75 Unidades	75 Unidades
	3 kGy	75 Unidades	75 Unidades	75 Unidades

Na tabela 9, estão identificadas as amostras usadas na presente tese, com o código de identificação que é usado no decorrer deste capítulo, capítulo IV - Resultados e discussão e capítulo V - Conclusões.

Tabela 9 - Identificação das amostras

Condições de armazenagem		Amostras		
Atmosfera	Tempo	Não irradiadas	Irradiadas	
		Testemunha	1 kGy	3 kGy
Sem MAP	0 Dias	0T	01k	03k
Mistura de gases	1 Mês	1MT	1M1k	1M3k
Mistura de gases	3 Meses	3MT	3M1k	3M3k
CO ₂	1 Mês	1CT	1C1k	1C3k
CO ₂	3 Meses	3CT	3C1k	3C3k

3.2 - Métodos de Produção

Na tabela 10, estão descritos os ingredientes da “receita mãe” utilizada na produção de aproximadamente 450 unidades de bolachas de farinha de banana verde, sendo a única diferenciação a irradiação gama aplicada na farinha de banana verde, onde se utilizou farinha de banana verde sem irradiação (Testemunha) e farinha de banana verde com irradiação gama em doses de 1kGy e 3kGy. É importante referir que na elaboração das bolachas de FBV não foi utilizado nenhum aditivo químico com emulsionantes, estabilizantes, aromatizantes ou conservante.

Tabela 10 - Receita mãe de "bolachas de farinha de banana verde"

Ingredientes	Quantidades
Ovos	6 Unidades (classe L)
Açúcar	600g
Farinha de banana verde	600g
Farinha de milho	600g
Amido de milho	90g
Fermento (difosfato disódio E-450; bicarbonato de sódio E-500)	90g
Leite em pó	420g
Margarina	240g
Sal	10,8g

A formulação da receita está descrita na figura 3 e consistiu em: Pesar todos os ingredientes e numa taça misturar muito bem a farinha de banana verde, a farinha de milho, o leite em pó, o amido de milho e o fermento; Em seguida bateu-se os ovos e adicionou-se, o açúcar e o sal, voltando a bater-se durante aproximadamente 2 minutos (batedeira a velocidade de 3), até que a textura resultante desta mistura ficasse cremosa; Adicionou-se a margarina previamente derretida em banho-maria, e adicionou-se lentamente a mistura feita anteriormente com farinha de banana verde, a farinha de milho, o leite em pó, o amido de milho e o fermento, sempre com a batedeira a uma velocidade de 3; Após todos os ingredientes misturados a massa foi massada (à mão) durante cerca de 5 minutos; Deixou-se a massa repousar durante 1 hora a uma temperatura de 4°C; Após sair do frigorífico a massa foi esticada na máquina de estender massa e cortada (figura 4); Levou-se a massa ao forno a uma temperatura de 160°C durante 15 minutos; Após arrefecidas à temperatura ambiente as bolachas foram polvilhadas com “shake” de banana verde para lhe conferir um suave aroma a banana e foram embaladas.

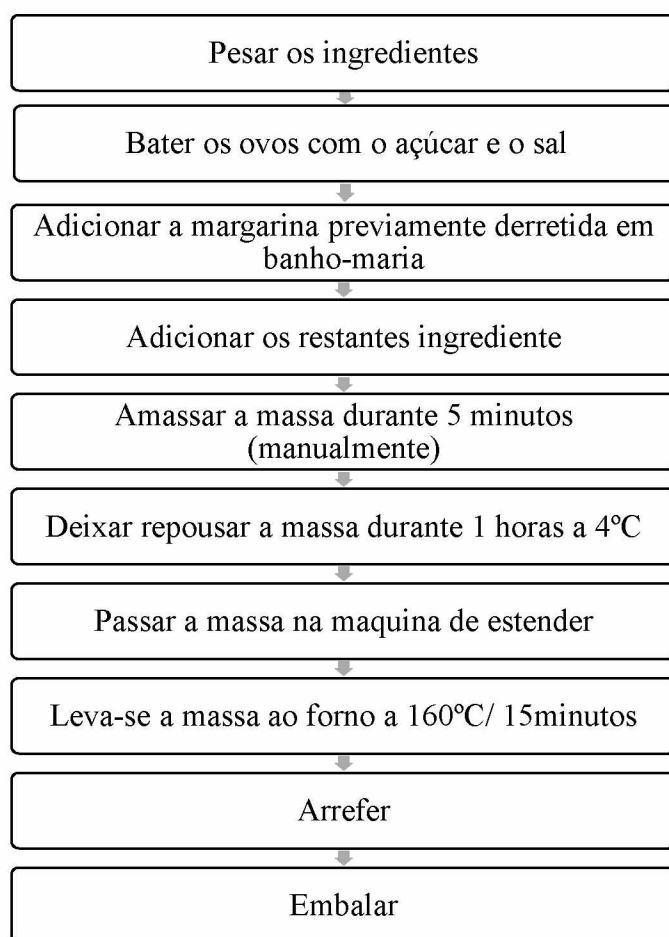


Figura 3 - Fases de processamento dos biscoitos com farinha de banana verde



Figura 4 - Elaboração das bolachas de FBV

3.3 - Embalamento

Após a elaboração das bolachas e o seu arrefecimento, procedeu-se ao embalamento em duas atmosferas modificadas, sendo elas 100% de CO₂ e Mistura de gases (2% O₂; 88% N₂ e 10% CO₂).

O processo de embalamento passou por colocar as bolachas arrefecidas em sacos de embalamento e injetar as atmosferas nos sacos seguido do selamento das embalagens. O equipamento de enchimento/embalamento e as respectivas botijas de gás estão representados na figura 5. O equipamento foi programado com 30% de gás, 70% de vácuo, com dois de pressão e um fecho de dois segundos. O saco usado no embalamento é feito de filme “PA/PE Co-extrudido”, destinado ao embalamento de produtos alimentares, podendo encontrar-se a ficha técnica no anexo I da presente dissertação.



Figura 5 - Equipamento de enchimento de Gás em MAP

Após o embalagem (figura 6) as bolachas de FBV foram armazenadas à temperatura ambiente e ao abrigo de luz.



Figura 6 - Bolachas de FBV após o embalagem em CO₂ e Mistura de gases

3.4 - Métodos Laboratoriais

3.4.1- Análises físico-químicas

3.4.1.1 - Cinzas

O teor de cinzas foi realizado pelo método de incineração de acordo com a NP-1615 (1979), em que o resumo do processo consiste na secagem da toma após adição de solução de acetato de magnésio. Inceneração da amostra a uma temperatura de 550°C em mufla e determinação da massa do resíduo, deduzida desta a massa do óxido de magnésio, efetuando-se 3 réplicas por amostra.

3.4.1.2 - Gordura

O teor gordura foi determinado com base no método de extração Soxhlet segundo a NP-1613 (1979). O fundamento do método consiste na hidrólise ácida, para libertar as frações lipídicas, seguindo-se a filtração da massa resultante, secagem e de extração por meio do éter de petróleo da matéria gorda retida no filtro. Efetuaram-se 3 réplicas por amostra.

3.4.1.3 - Proteína Bruta

A proteína determinou-se pelo método Kjeldahl segundo a NP-1996 (1982), onde a amostra sofre uma mineralização, destilação e titulação. Efetuaram-se 3 réplicas por amostra.

3.4.1.4 - Fibra

Fibra foi determinada segundo a NP-2029 (1983), que consiste no desengorduramento da amostra e tratamento, sucessivamente, por solução ácida e alcalina de concentrações determinadas, em ebulição. Separação do resíduo, lavagem ou neutralização, secagem, pesagem e determinação da massa após incinerada. Efetuaram-se 3 réplicas por amostra.

3.4.1.5 - Humidade

A humidade determinou-se de acordo com o método gravimétrico segundo a NP-1614 (1979), em que se determina a perda de água por secagem em estufa a $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ de uma determinada quantidade de amostra até peso constante, efetuando-se 3 réplicas por amostra.

3.4.1.6 - a_w

O a_w foi medido no equipamento Rotronic Higropalm, a uma temperatura de $20 \pm 4^{\circ}\text{C}$, onde se coloca a amostra no aparelho e espera-se aproximadamente 30 minutos até que a medição de a_w estabilize. Foram utilizadas 3 réplicas de cada amostra.

3.4.1.7 - Medição de gases

A medição de gases pelo aparelho medidor de gases “PBI Dansensor” é feita utilizando a agulha ligada à máquina para perfurar no centro da embalagem, permitindo obter a percentagem de CO_2 e O_2 presente dentro da embalagem. A medição foi feita em duplicado para cada amostra.

3.4.1.8 - Amido total e amido resistente

O doseamento do amido total e do amido resistente foi efetuado pelo método oficial da AOAC 2002.02 e método internacional AACC 32-40. Neste método, as amostras são submetidas à ação de duas enzimas, α -amilase e amiloglucosidase, durante 16 horas a 37°C . Durante este período o amido não resistente é hidrolisado e solubilizado a glucose ficando na fração líquida. As duas fases são separadas por centrifugação obtendo-se o amido resistente no *pellet* e o amido não resistente na fração líquida. Na fração líquida é doseada a glucose pelo método espectrofotométrico com reagente de glucose oxidase-peroxidase. O valor obtido refere-se ao amido não resistente da amostra. O *pellet* é dissolvido e o amido presente é hidrolisado a glucose por ação da amiloglucosidase. Esta glucose é doseada pelo mesmo método (espectrofotométrico com reagente de glucose oxidase-peroxidase) e corresponde ao amido resistente. O amido total é a soma do amido resistente e do amido não resistente.

3.4.1.9 - Cor

A determinação da cor foi realizada com colorímetro Minolta CR300® (Minolta, Japan), em função da luz refletida e com apresentação dos resultados de acordo com o sistema L^* , a^* e b^* . No sistema CIELAB ou espaço $L^* a^* b^*$, é descrita por um diagrama tridimensional, onde o espaço é definido pelas coordenadas: luminosidade (L^*) que varia de 0 a 100, componente vermelho-verde (a^*) e componente amarelo-azul (b^*), estes dois últimos são os componentes cromáticos e os seus valores variam de -120 a +120. Efetuaram-se 10 réplicas por cada amostra.

3.4.1.10 - Imagem digital da cor

O processo da imagem digital foi realizado através do *software* de processamento de imagem Corel Photo-Paint X5, através de um equipamento digital Sony DSC-H50. Procedeu-se à extração da região de interesse da imagem (“ROI”, do inglês *Region of Interest*), que neste estudo consistiu na superfície das várias amostras de bolachas de farinha de banana verde. Na calibração do branco, foi usado o padrão Minolta ($Y = 92.7$, $x = 0.3134$, $y = 0.3195$). Foram analisadas 5 réplicas por amostra no dia 0, 1 mês e 3 meses de conservação. O processo de análise da imagem inclui as etapas:

(1) ajuste do brilho e do contraste, (2) seleção da ROI e (3) análise da imagem, nas componentes R (*red*) G (*green*) B (*blue*).

A luminescência (Y) foi calculada a partir das componentes RGB, de acordo com a equação:

$$Y = 0,299R + 0,587G + 0,114B$$

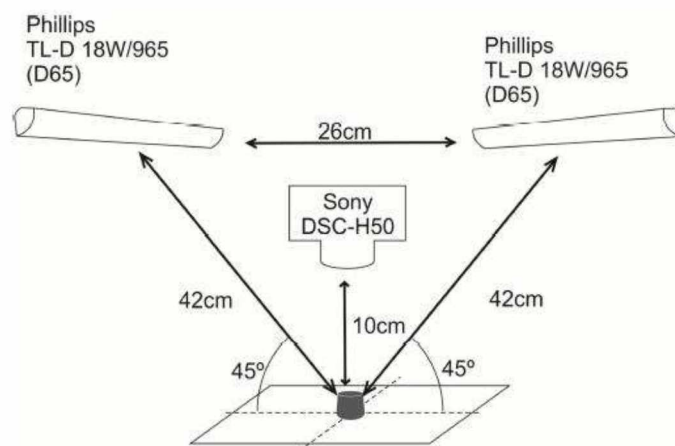


Figura 7 - Representação esquemática da imagem digital (Dias, 2014)

3.4.2 - Análises microbiológicas

3.4.2.1 - Contagem de Microrganismos a 30°C

A determinação dos mesófilos aeróbios totais a 30°C foi realizada de acordo com a norma NP4405:2002, com ensaios realizados em duplicado. Esta determinação foi realizada aos 0 dias, 1 mês e 3 meses de conservação.

3.4.3 - Análises Reológicas

3.4.3.1 - Textura

Na análise de textura, utilizou-se o texturómetro TAHDi® da Stable Micro Systems, usando penetração com uma sonda de alumínio de 2mm de diâmetro na realização do teste simples onde se utilizou cinco réplicas de cada uma das amostras.

O teste simples foi programado nas seguintes condições: velocidade de teste 1,00 mm/s e profundidade de penetração da amostra 10 mm.

O tratamento dos dados obtidos, efetuou-se através do Software Texture Expert para o Windows.

3.4.4 - Análise sensorial

Para a prova sensorial foi recrutado de forma aleatória, um painel com cinquenta provadores, com idades compreendidas entre os 20 e >35 anos, com o objetivo de provar e dar a sua avaliação hedónica relativa as 3 amostras no dia 0 e 6 amostras ao 1 mês e 3 meses, que são correspondentes ao tempo de conservação.

Os atributos avaliados pelos provadores foram a aparência, cheiro, textura, aroma a banana, sabor e apreciação global, cuja intensidade dos atributos sensoriais foram pontuadas numa escala crescente de 7 pontos, em que 1 correspondia a muito desagradável e o 7 a muito agradável. No apêndice I e II estão as respectivas fichas usadas aos 0 dias e 1 e 3 meses de conservação, que os provadores usaram para dar a sua avaliação em cada uma das provas.

3.4.5 - Métodos Estatísticos

Os resultados obtidos nas análises em cima descritos foram tratados no programa “STATISTICA”, fazendo uma comparação de médias em ANOVA e análise de variância segundo o teste de *Scheffé*, para um intervalo de confiança de 95% ($p < 0,05$), os dados foram tratados fazendo a média, desvio padrão e análise de variância.

Foi ainda realizada a análise em componentes principais (ACP). Esta análise é aplicada no sentido de resumir um grande número de dados experimentais (espaço multidimensional) num espaço com poucas dimensões (2 ou 3), sem se perder muita informação (Alvarenga 2008). A ACP é baseada na combinação linear das variáveis experimentais (atributos medidos), com variáveis artificialmente produzidas designadas por componentes principais (CP's), que formam um espaço ortogonal (Gardnier, 1997). Está em causa a redução de um espaço “m” dimensional (variáveis originais) num outro com menor número de dimensões, uma vez que, apenas incorpora as componentes principais significativas. A primeira componente é a que contém maior variância associada, seguindo-se a segunda e assim sucessivamente, até perfazer m-componentes, cuja soma da variância é igual à soma da variância das variáveis originais (100%). De facto, as m-variáveis originais têm valor próprio igual a 1, “pesam” todas o mesmo, enquanto que as m-componentes têm valor próprio diferente de 1. A primeira componente é a que tem maior valor próprio, seguindo-se a segunda, e assim sucessivamente, sendo o somatório do valor próprio das m componentes, igual ao número de variáveis utilizadas na análise (Johnson e Wichern, 1998). A representação gráfica das variáveis que contribuem para a explicação das componentes principais, bem como as coordenadas das amostras no plano formado pelas componentes principais (projecção das amostras no plano principal), permite reconhecer correlações existentes entre variáveis originais e estabelecer grupos de amostras com comportamento semelhante, que seria mais difícil de analisar pela simples observação de números em tabelas (Alvarenga, 2008).

CAPÍTULO IV – RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Valor Energético

Na tabela 11 apresentam-se os valores energéticos (kcal) para as bolachas de farinha de banana verde não radiada e com radiação gama em doses de 1kGy e 3kGy.

Relativamente ao valor energético, como o esperado as amostras não apresentam diferenças significativas, o que está relacionado com o facto das amostras terem os mesmos ingredientes nas mesmas quantidades, pois a farinha de banana verde seja ela irradiada ou não irradiada, não influencia o valor energético das amostras.

Tabela 11 - Valor energético das amostras (por 100g)

Análises	Testemunha 0T	1kGy 01K	3kGy 03K
%Gordura Bruta	4,49(0,05) ^a	4,42(0,13) ^a	4,34(0,05) ^a
%Cinza	5,06(0,04) ^a	5,13(0,13) ^a	4,84(0,16) ^a
%Fibra	1,31(0,093) ^a	1,58(0,16) ^a	1,34(0,04) ^a
%Proteína	8,51(0,09) ^a	8,68(1,2) ^a	9,58(0,14) ^a
Valor Energético (Kcal)	301,05(0,54) ^a	297,34(4,87) ^a	303,44(0,49) ^a

O valor energético (Kcal) pode considerar-se mais baixo do que as típicas bolachas do tipo Maria, apresentando entre 297 a 303kcal por cada 100g, onde as bolachas do tipo Maria apresentam 485kcal por 100g. Comparando também estas bolachas com bolachas de banana da marca “*Bauducco*”, pode também observar-se que estas também têm um valor energético superior, sendo estas de 440kcal por cada 100g de produto.

4.2 - Medição de gases

Na figura 8 estão apresentados os dados resultantes da medição dos gases nas respectivas MAP, esta medição ocorreu antes da abertura da embalagem ao 1 mês e 3 meses de conservação, sendo que ao dia 0 também foram embaladas amostras de bolachas para se poder ler os gases presentes e poder observar a sua evolução. Há que referir que no embalamento em CO₂ logo no dia 0 é indicada a presença de O₂ (2-3%), tal não deveria ocorrer uma vez que o objetivo do embalamento seria ter uma atmosfera unicamente de CO₂, no entanto, é difícil

reduzir, sem aditivos ou absorvedores, o teor de oxigénio residual das bolachas devido à porosidade (Air Liquide, 2012).

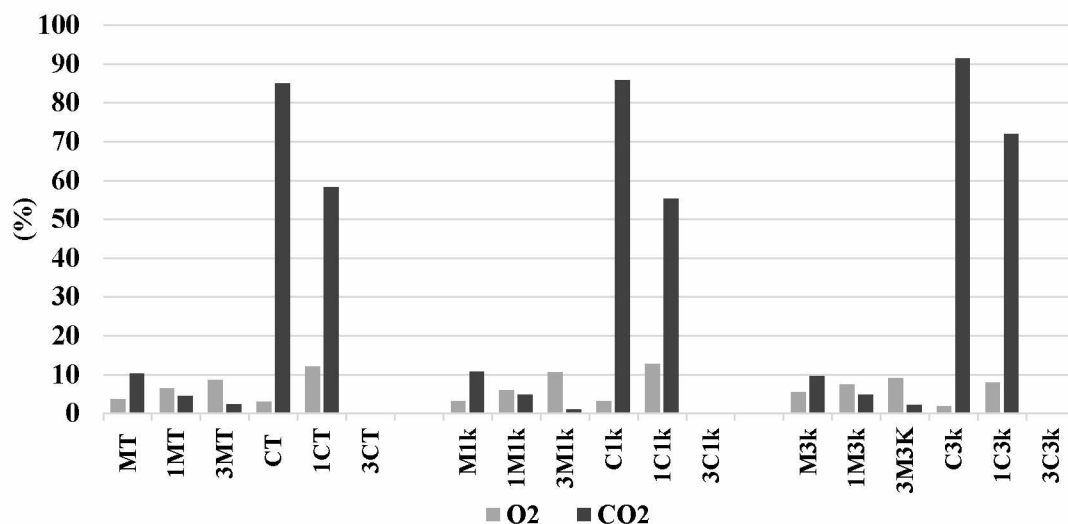


Figura 8 - Valores médios referentes à medição de gases

De forma geral, em todas as amostras analisadas é visível um aumento progressivo do O₂ e um decréscimo do CO₂ ao longo do tempo de conservação em todos os MAP das diferentes amostras. Segundo Parry (1993) a atmosfera gasosa presente numa embalagem altera-se continuamente durante todo o período de armazenamento devido à influência de diversos fatores, como a respiração do produto ou a sua porosidade, mudanças bioquímicas e a lenta difusão dos gases através do alimento.

Na medição efectuada aos 3 meses de conservação nas amostras embaladas em CO₂ (3CT, CT1k, 3C3k), não foi possível proceder à sua leitura, pois as embalagens capsularam (figura 9), tendo o equipamento detado erro, conforme se pode observar na figura 10. Esta colapsagem pode dever-se à absorção do CO₂ pelo produto (bolachas), causando inicialmente uma redução no volume do gás e, consequentemente, o colapso da embalagem (Braz, 2012).



Figura 9 - Colapso das embalagens em CO₂

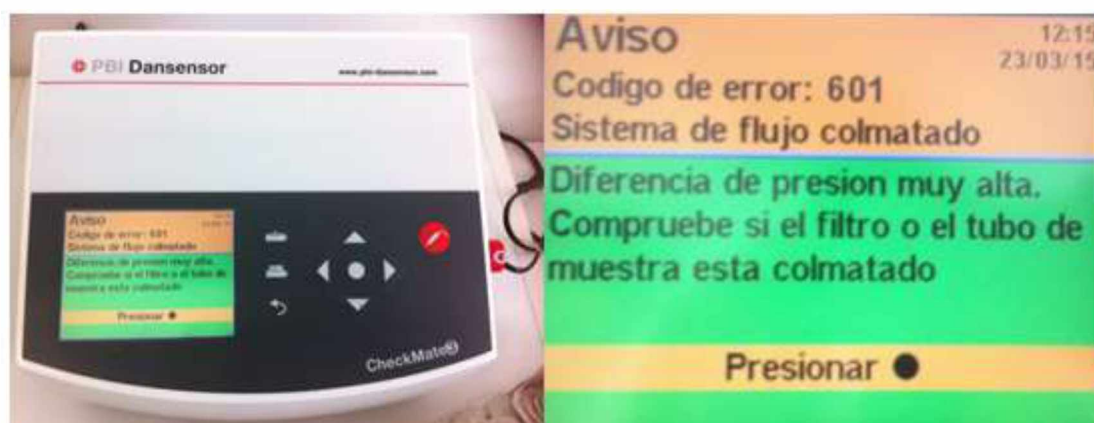


Figura 10 - Erro detetado pelo “PBI Dansensor” na medição de gases na atmosfera em CO₂

4.3 - Microbiologia – Contagem de microrganismos a 30°C

Na figura 11 pode-se observar os resultados da contagem total de microrganismos a 30°C para as diferentes amostras embaladas nas duas atmosferas ao longo dos 3 meses de conservação. Os resultados obtidos são avaliados de acordo com Valores Guia propostos pelo Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge – INSA, onde “satisfatório” corresponde que os resultados analíticos obtidos indicam uma boa qualidade microbiológica e “aceitável” corresponde aos resultados analíticos que indicam que o produto se encontra dentro dos limites estabelecidos (Santos *et al.*, 2005).

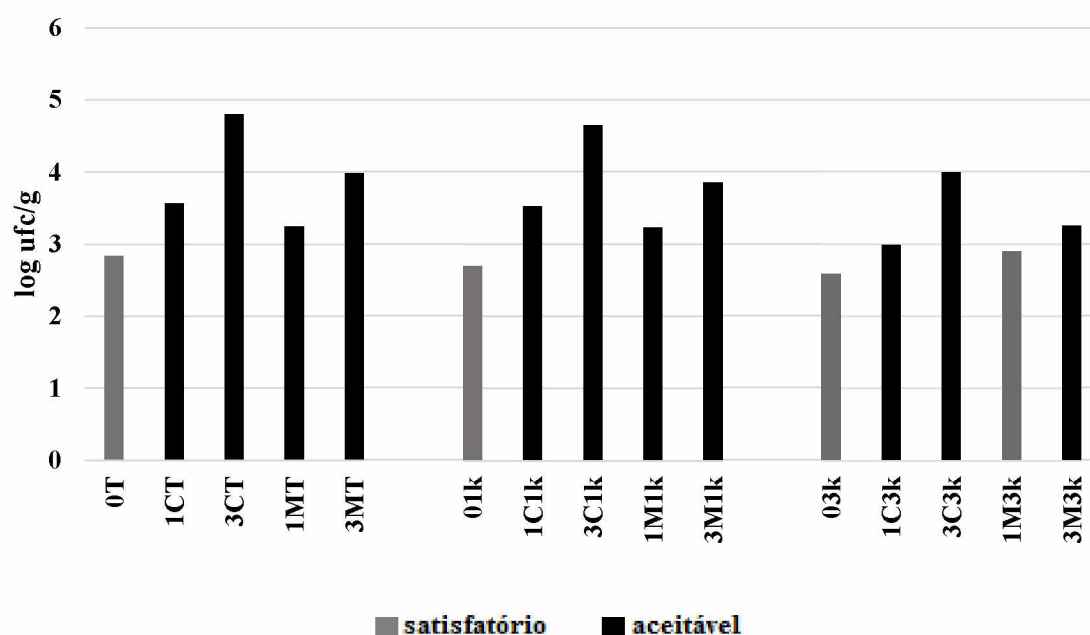


Figura 11 - Valores referentes à contagem de microrganismos a 30°C

Analisados os resultados é possível verificar que as amostras na qual se incorporou FBV irradiada com 3kGy apresenta resultados satisfatórios, indicando uma boa qualidade microbiológica, segundo os limites estabelecidos de acordo com os Valores Guia propostos pelo INSA ao longo do primeiro mês de conservação, assim como as amostras com uma dose de radiação gama de 1kGy e não radiada (Testemunha) apresentam-se satisfatórias aos 0 dias de conservação.

Com o decorrer do tempo de conservação, independentemente do tipo de atmosfera modificada (CO₂ ou Mistura de gases), pode observar-se que existe desenvolvimento microbiano ao longo do tempo de conservação, não sendo este muito preocupante, uma vez que os valores apresentados encontram-se “aceitáveis” estando estes dentro dos limites estabelecidos pelo INSA. Efetivamente, e dado que o conceito de embalagem em atmosfera modificada implica o embalamento de produtos alimentares numa barreira de materiais e de gás, na qual o ambiente de gás foi alterado de forma a inibir agentes que deterioram os alimentos, mantendo quer uma qualidade mais elevada, quer dando um tempo de prateleira extensivo (Ivor *et al.*, 1995).

Assim, e em termos de avaliar o tempo de prateleira das amostras em estudo, considera-se que nas duas atmosferas as amostras mantiveram valores considerados “satisfatório” até ao primeiro mês de conservação e “aceitável” aos 3 meses de conservação, no entanto é importante salientar que na atmosfera de Mistura de gases é observado um menor desenvolvimento microbiano do que o apresentado no embalamento em CO₂.

4.4 - Resultados ANOVA

Na tabela 12 estão representados os resultados obtidos no tratamento estatístico através da comparação das médias e desvios padrão em ANOVA e análise de variância segundo o teste de *Scheffé*.

No que se refere à análise da cor, o parâmetro L* – luminosidade – não apresentou diferenças significativas ao longo do tempo de conservação nas diferentes amostras. No entanto observou-se uma tendência decrescente do parâmetro “a*” ao longo do tempo, com diferenças significativas em apenas alguns casos, como por exemplo ao fim dos 3 meses no caso do embalamento em CO₂ cuja FBV apresenta uma radiação gama de 1kGy (3C1k). Quanto ao parâmetro “b*” não se observou uma tendência evolutiva ao longo do tempo de conservação, sendo que aos 0 dias não se observa diferenças significativas nas 3 amostras.

Quanto à imagem digital da cor, a luminescência (Y) apresentou uma tendência evolutiva ao longo do tempo de conservação, o que indica uma cor mais clara. Nas componentes R, G e B também apresentaram uma tendência evolutiva ao longo dos 3 meses de conservação, no entanto na componente R e B esta é mais acentuada nos embalamentos em CO₂ onde se incorporou FBV não irradiada (3CT) e com irradiada com 1kGy (3C1k), por sua vez no embalamento em mistura de gases estas componentes são mais acentuadas nas amostras com FBV irradiada com 3kGy (3M3k).

Tabela 12 - Caracterização dos valores médios, desvios padrão e resultados da análise de variância para as diferentes amostras

	L*	a*	b*	R	G	B	Y	a_w(%)	Humidade (%)	Dureza (N)
0T	53,1(1,87) ^a	3,34(0,35) ^{abc}	22,60(1,29) ^{ab}	136,4(1,88) ^a	116,5(1,26) ^{bc}	64,73(2,09) ^{abc}	116,0(1,22) ^{bc}	0,37(0,002) ^e	5,35(0,157) ^{abc}	10,96(4,15) ^a
1CT	53,7(1,75) ^a	2,94(0,15) ^{abc}	20,90(1,19) ^b	139,5(0,47) ^{ab}	116,4(0,37) ^{bc}	60,48(2,65) ^{ab}	117,6(0,36) ^{bc}	0,40(0,003) ^d	4,48(0,21) ^{bc}	11,97(4,26) ^a
1MT	54,6(1,77) ^a	3,01(0,220) ^b	21,38(1,12) ^a	141,9(1,75) ^{ab}	112,7(2,01) ^{bc}	59,95(1,21) ^{ab}	115,5(1,98) ^{bc}	0,48(0,003) ^a	5,09(0,25) ^{abc}	13,77(2,20) ^a
3CT	54,6(1,40) ^a	2,72(0,47) ^{abc}	22,32(0,87) ^{ab}	161,2(5,03) ^c	135,7(5,64) ^a	76,6(2,96) ^{bc}	136,6 (5,66) ^a	0,43(0,002) ^b	5,22(0,22) ^{abc}	9,13(2,37) ^a
3MT	54,5(1,02) ^a	2,77(0,29) ^{abc}	21,45(0,69) ^{ab}	142,1(4,01) ^{ab}	117,9(3,52) ^{bc}	60,39(3,65) ^{ab}	120,1(3,56) ^{bc}	0,48(0,054) ^a	5,68(0,19) ^a	9,09(2,33) ^a
01k	54,9(1,72) ^a	3,64(0,55) ^a	23,30(1,17) ^a	142,2(0,99) ^{ab}	123,8(0,92) ^b	69,19(0,55) ^{abc}	122,9(0,89) ^b	0,30(0,002) ^g	4,95(0,11) ^{abc}	12,50(1,97) ^a
1C1k	53,0(2,91) ^a	3,66(0,33) ^a	22,20(1,23) ^{ab}	136,7(2,3) ^a	108,7(3,09) ^c	58,76(6,22) ^{ab}	110,9(2,75) ^c	0,32(0,003) ^f	4,74(0,37) ^{abc}	12,67(3,39) ^a
1M1k	53,9(2,47) ^a	3,48(0,44) ^{ab}	21,47(1,24) ^{ab}	134,9(2,5) ^a	107,9(2,94) ^c	54,33(2,93) ^a	110,5 (2,74) ^c	0,36(0,003) ^e	4,31(0,24) ^c	11,06(3,25) ^a
3C1k	54,9(0,77) ^a	2,41(0,15) ^c	20,64(0,88) ^b	161,9(5,25) ^c	136,7(5,53) ^a	77,38(1,55) ^{bc}	137,9 (5,52) ^a	0,40(0,001) ^d	4,70(0,094) ^{abc}	11,55(2,77) ^a
3M1k	53,1(8,90) ^a	2,74(0,61) ^{abc}	21,89(0,98) ^{ab}	149,1(1,18) ^b	136,4 (2,19) ^a	71,50(1,21) ^{abc}	137,5 (2,18) ^a	0,41(0,002) ^{cd}	5,60(0,41) ^a	11,55(2,77) ^a
03k	53,6(1,02) ^a	3,32(0,16) ^{abc}	21,90(0,54) ^{ab}	134,3(2,14) ^a	116,9(2,48) ^{bc}	65,77(2,62) ^{abc}	116,3(2,45) ^{bc}	0,31(0,004) ^{fg}	4,93(0,18) ^{abc}	11,36(2,785) ^a
1C3k	54,8(0,81) ^a	3,09(0,31) ^{abc}	20,60(0,23) ^b	139,5(4,46) ^{ab}	117,1(1,41) ^{bc}	66,06(3,10) ^{abc}	118,3 (1,38) ^{bc}	0,35(0,007) ^e	4,28(0,27) ^c	11,39(2,74) ^a
1M3k	53,9(1,35) ^a	3,19(0,14) ^{abc}	21,47(0,96) ^{ab}	141,6(2,14) ^{ab}	114,2(2,52) ^{bc}	60,44(3,43) ^{ab}	116,8(2,43) ^{bc}	0,37(0,001) ^e	4,98(0,23) ^{abc}	11,68(1,86) ^a
3C3k	55,3(1,61) ^a	2,54(0,15) ^{bc}	21,00(0,85) ^b	148,3(7,10) ^b	145,4(7,96) ^a	67,51(7,51) ^{abc}	145,4(8,14) ^a	0,42(0,008) ^{bc}	4,97(0,39) ^{abc}	10,32(2,09) ^a
3M3k	54,9(1,2) ^a	2,60(0,18) ^{bc}	20,73(1,02) ^b	171,8(5,33) ^c	145,1(3,62) ^a	81,58(5,16) ^c	146,0(3,48) ^a	0,43(0,001) ^b	5,51(0,19) ^{ab}	11,15(2,79) ^a

a,b,c,... - Médias na mesma linhas com índices diferentes têm diferenças significativas para $P < 0,05$, $n=3$ (teste de *Sheffé*)

Em relação à cor pode ainda observar-se que tanto a Luminosidade (no calorímetro) como a Luminescência (na imagem digital da cor), não apresentam diferenças significativas ao dia 0 de análise, o que é indicador de uma boa uniformidade de temperaturas durante a operação do cozimento. A cor da crosta é o resultado da caramelização e da reação de Maillard que depende do teor de açúcares redutores e aminoácidos ou proteínas na superfície, da temperatura e tempo de cozedura (Cauvin, S. & Young, L, 2006).

No que se refere ao a_w observou-se um aumento ao longo do tempo de conservação, sendo as mostras cuja farinha utilizada não é irradiada (Testemunha) aquelas que se mantiveram mais constantes (1MT e 3MT), no entanto também são as que apresenta maiores valores de a_w . Foi também possível observar um aumento do teor de humidade presente nas amostras ao longo do tempo de conservação. Ao fim dos três meses de conservação as amostras que apresentam valores de humidade mais baixos são aquelas cujo embalamento foi em CO_2 .

Em relação às análises reológicas, não se observaram diferenças significativas entre as amostras ao longo do tempo de conservação, sendo a força exercida pela sonda similar ao dia 0, 1 e 3 meses de conservação nas diferentes atmosferas de conservação, no entanto é visível uma diminuição da dureza, ainda que não significativa, nas amostras cuja farinha não foi radiada (Testemunha) ao fim dos 3 meses de conservação (3CT e 3MT).

4.5 - Amido resistente

A análise ao amido resistente foi realizada no primeiro e terceiro mês de conservação das amostras, pois no dia 0 o kit ainda não tinha chegado às instalações da Escola Superior Agrária de Beja, devido a um atraso de entrega.

Em análise à figura 12 pode observar-se que nas diferentes amostras, conservadas nas duas atmosferas modificadas, não apresentam diferenças significativas entre elas, no entanto é visível um ligeiro aumento, apesar de pouco significativo, do amido resistente ao longo do tempo de conservação, sendo este maior aos 3 meses de conservação.

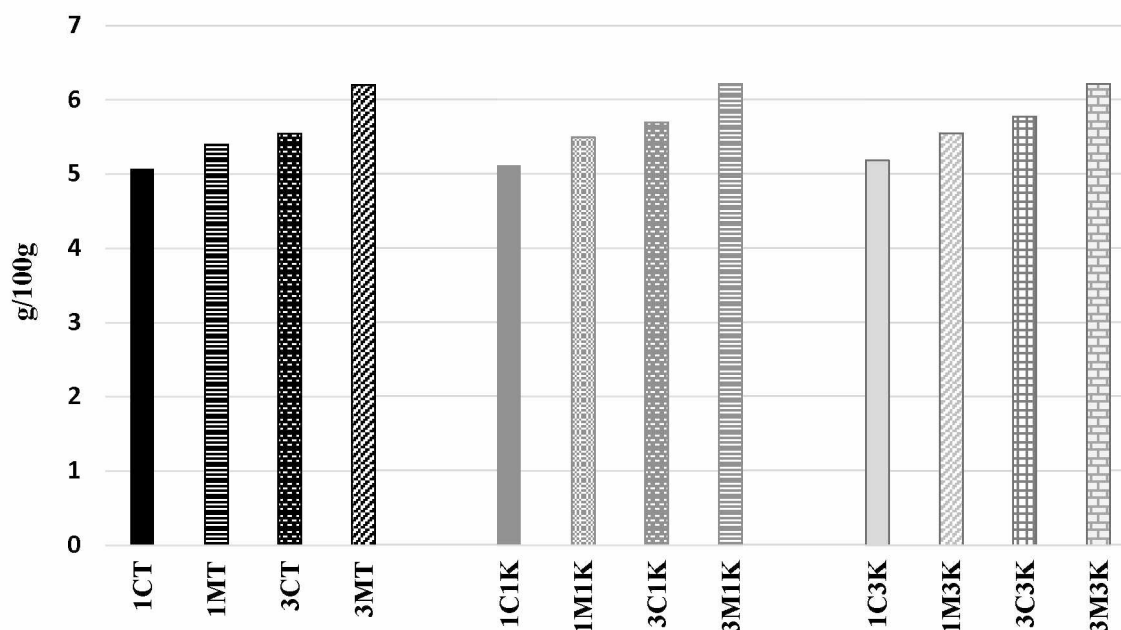


Figura 12 - Valores médios referentes à análise do amido resistente

Em suma pode-se concluir que o tipo de embalagem e a radiação usada na farinha de banana verde, com a qual se produziu as bolachas, não influencia o teor de amido resistente ao longo do tempo de conservação.

Segundo um estudo realizado por Acevedo *et al.*, 2011, os teores de amido resistente em bolachas produzidas com FBV em doses equivalentes as usadas nesta dissertação, também se mantiveram constantes, aumentando a quantidade de amido à medida que se aumenta as concentrações de FBV incorporada nas bolachas.

Quanto ao teor de amido presente nas bolachas de FBV (entre 5,5 e 6,2g/100g) é equivalente ao presente no pão de mistura (6,0g/100g), podendo considerar uma boa fonte de amido resistente (Amaral, 2015).

4.6 - Prova sensorial

Na tabela 13 estão representados a média dos resultados obtidos nas provas sensoriais hedônicas realizadas a 50 provadores de forma aleatória aos 0 dias, 1 mês e 3 meses de conservação.

Tabela 13 - Média das provas sensoriais

Radiação	Amostra	Aparência	Cheiro	Textura	Aroma a banana	Apreciação global
Testemunha	0T	5,5	5,7	6,0	5,3	5,6
	1MT	5,5	5,3	5,6	5,5	5,7
	3MT	5,1	4,9	5,1	5,2	5,3
	1CT	5,6	5,1	5,8	5,6	5,8
	3CT	5,4	5,0	5,6	5,4	5,6
1kGy	01K	5,5	5,6	6,1	5,9	6,0
	1M1K	5,5	5,2	5,7	5,6	5,7
	3M1K	5,5	5,2	5,7	5,6	5,7
	1C1K	5,7	5,4	6,0	5,9	5,9
	3C1K	5,6	5,2	6,0	5,9	5,8
3kGy	03K	5,6	5,7	6,3	6,1	6,3
	1M3K	5,7	5,4	6,0	6,1	6,2
	3M3K	5,8	5,4	5,8	6,0	6,0
	1C3K	5,8	5,5	6,3	6,3	6,4
	3C3K	5,8	5,3	6,0	6,2	6,2

Na figura 13, 14 e 15, pode observar-se graficamente estas médias relativas às provas sensoriais hedónicas, de modo a conseguir uma melhor interpretação destes resultados.

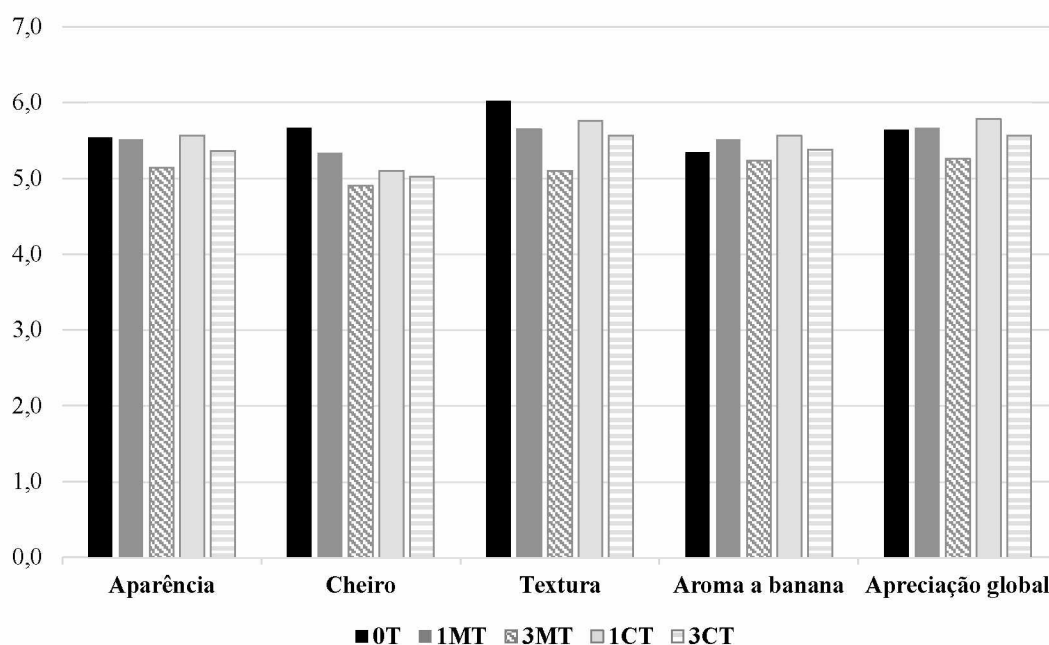


Figura 13 - Valores médios referentes à análise sensorial cujas amostras se incorporou farinha sem radiação - Testemunha

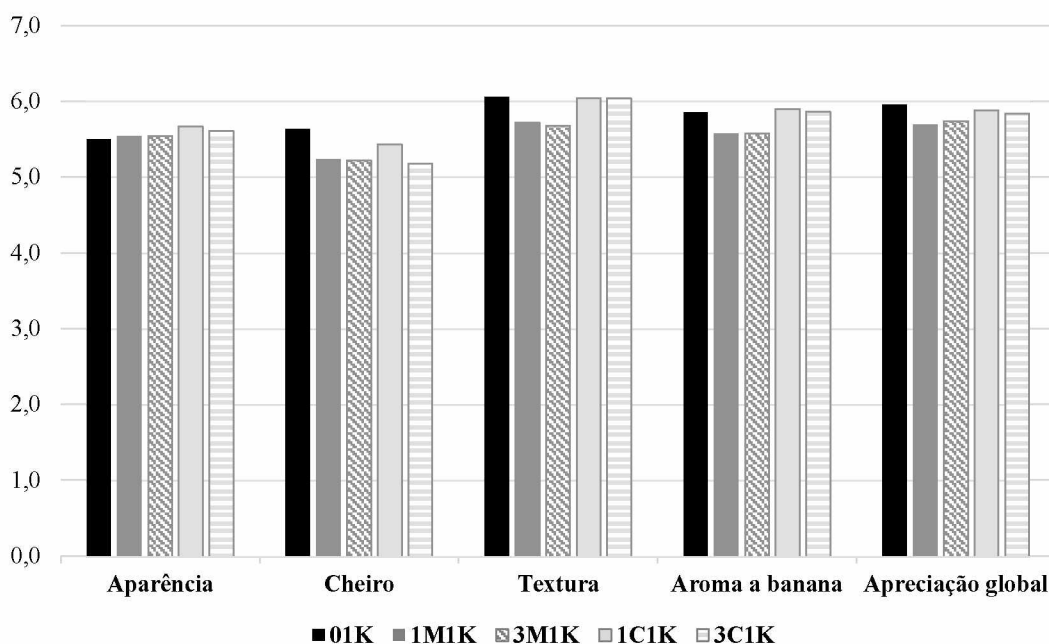


Figura 14 - Valores médios referentes à análise sensorial cujas amostras se incorporou farinha com radiação de 1kGy

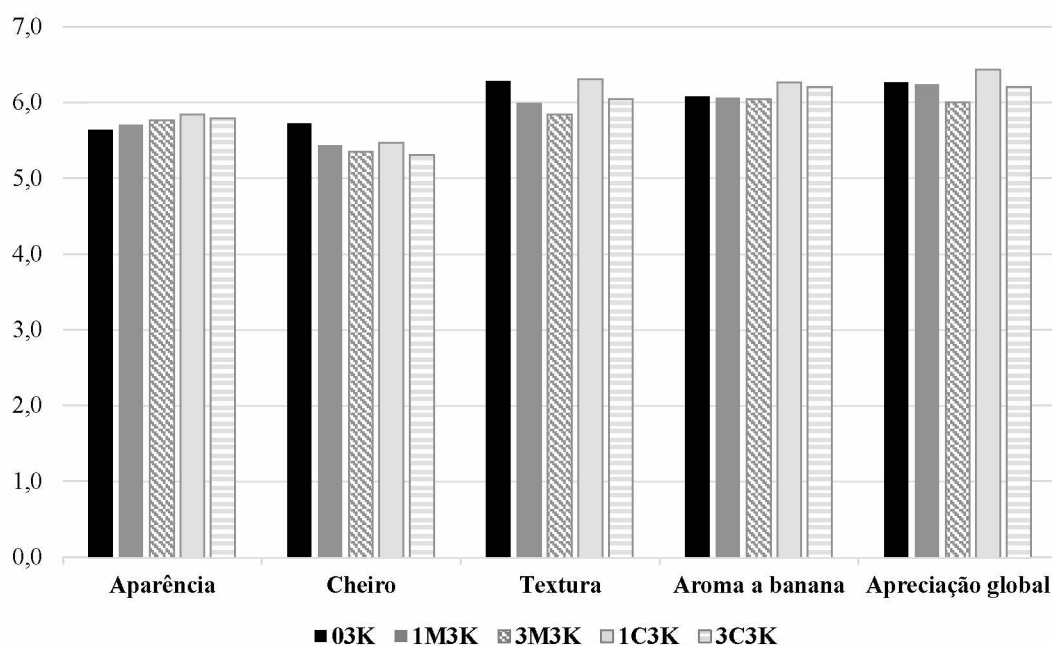


Figura 15 - Valores médios referentes à análise sensorial cujas amostras se incorporou farinha com radiação de 3kGy

Analisando os resultados e no que se refere à aparência, pode-se observar que as amostras menos apreciadas pelos provadores foram as correspondentes à farinha verde não irradiada, sendo a amostra 3MT a que representa o valor de degustação mais baixo, e a mais apreciada pelos provadores corresponde à farinha verde com radiação gama de 3kGy.

Quanto ao cheiro, de forma geral, é visível um decréscimo ao longo do tempo de conservação, sendo ao dia 0 aquele que o provador mais aprecia o cheiro das bolachas independentemente da atmosfera ou radiação das amostras.

Na avaliação da textura os provadores tiveram preferência por as amostras com radiação de 3kGy em especial aos 0 dias de conservação (03k). Na amostra Testemunha é visível uma depreciação ao longo do tempo de conservação na atmosfera de mistura de gases (3MT), sendo esta menos acentuada, embora visível, no embalamento em CO₂. No embalamento das amostras com radiação de 1kGy os provadores apreciaram mais as amostras embaladas em CO₂ (1C1k e 3C1k) sendo no entanto a mais apreciadas a amostra com 0 dias (01k).

Quanto ao aroma a banana os provadores mostraram uma preferência maior nas amostras cuja farinha de banana verde corresponde a uma radiação de 3kGy, sendo as amostras em CO₂ as mais apreciadas (1C3k e 3C3k). Mais uma vez as bolachas menos apreciadas pelos provadores são aquelas cuja farinha de banana verde incorporada não representava radiação.

Na apreciação global das amostras pode-se observar uma maior preferência dos provadores para as bolachas cuja farinha incorporada tinha uma radiação de 3kGy principalmente nas amostras 03k, 1M3k e 1C3k. As bolachas menos apreciadas pelos provadores foram aquelas onde se incorporou farinha de banana verde não irradiada principalmente na amostra ao final dos 3 meses de conservação em mistura de gases (3MT).

Com as provas sensoriais foi ainda possível perceber que os provadores de uma forma geral têm preferência nas amostras embaladas em atmosfera de CO₂ e aos 0 dias de conservação.

4.7 – Análise em componentes principais

Para avaliar as diferenças entre as amostras, sujeitas a diferentes intensidades de radiação, bem como a diferentes condições de armazenagens (tipo de atmosfera e tempo de conservação) foi ainda utilizado o método da análise em componentes principais (ACP), a partir dos resultados das diferentes amostras, referentes a 12 atributos, nomeadamente: atributos de cor (R, G, B e Y), atributos sensoriais (aparência, cheiro, textura, aroma a banana e apreciação global), o a_w , dureza e contagem de microrganismos a 30°C. Na tabela 14 apresentam-se os valores próprios e a extração dos componentes principais.

Tabela 14 - Valores próprios e extração dos componentes principais.

Componente principal	Valor próprio	Variância (%)	Valor próprio acumulado	Variância acumulada (%)
1	5,19	43,24	5,19	43,24
2	4,14	34,53	9,33	77,77
3	0,81	6,77	10,15	84,55
4	0,71	5,99	10,87	90,54
5	0,58	4,83	11,44	95,37
6	0,22	1,85	11,67	97,22
7	0,17	1,38	11,83	98,59
8	0,09	0,78	11,93	99,38
9	0,04	0,34	11,97	99,72
10	0,02	0,20	11,99	99,93
11	0,01	0,07	11,99	99,99
12	0,00	0,00	12,00	100,00

Os dois primeiros componentes principais explicaram 77,8% da variância: 43,2% para o primeiro componente e 34,5% para o segundo. Só estes componentes foram significativos, uma vez que são os que apresentaram valor próprio superior a 1. Estando em análise 12 atributos, à partida, cada um deles tem o valor próprio de 1. Com esta metodologia, estes 12 atributos são transformados em 12 componentes, redefinindo o espaço e passando a ter valores próprios diferentes. Assim, por terem valor próprio superior a 1, definiram-se os dois primeiros componentes como componentes principais: o primeiro teve valor próprio de 5,2 e o segundo valor próprio 4,1.

Para perceber a importância relativa de cada atributo em relação a cada um dos dois primeiros componentes principais, determinaram-se os coeficientes de correlação entre os atributos (parâmetros originais) e os componentes principais (tabela 15).

Tabela 15 - Coeficientes de correlação entre os atributos (variáveis iniciais) e os dois primeiros componentes principais.

Atributo	Componente	
	CP1	CP2
R	0,64	0,68
G	0,54	0,79*
B	0,42	0,79*
Y	0,57	0,79*
a _w (%)	0,79*	-0,10
Dureza (N)	-0,58	-0,05
Aparência	-0,61	0,67
Cheiro	-0,84*	0,19
Textura	-0,79*	0,53
Aroma a banana	-0,59	0,69
Apreciação global	-0,71*	0,62
Contagem total a 30°	0,65	0,38

* Correlações significativas ($r > 0,7$).

Os resultados da análise mostraram que o 1º componente principal, CP1, é explicado, com maior peso, pelos atributos sensoriais cheiro textura e apreciação global (com valores de correlação negativos) e pelo a_w (com valor de correlação positiva). O 2º componente principal é explicado pelos parâmetros de cor (G, B e Y) (com valores de correlação positiva) e pela adesividade (com valor de correlação negativo). Assim, na figura 16 pode-se observar a distribuição dos atributos no plano principal formado pelos dois primeiros componentes.

Repare-se que o primeiro componente principal separa os atributos considerados positivos, como os atributos sensoriais hedónicos e a dureza, dos atributos negativos como o a_w com correlação superior a 0,7 e a contagem de microrganismos a 30°C com uma correlação bastante elevada mas inferior a 0,7. Note-se que o a_w apresentou-se no lado oposto à dureza no eixo CP1, uma vez que a água tem propriedades plastificantes (Oliveira *et al.*, 1999), o aumento do a_w por absorção de vapor de água provoca a diminuição da dureza, mantendo os outros fatores. O segundo componente principal separa as amostras pela cor, apresentando-se as amostras com maiores valores de R, G, B e Y na parte positiva do eixo. Repare-se que a partir da análise de variância observou-se que à medida que as amostras vão envelhecendo estes atributos apresentam valores mais elevados. Por este motivo, estes atributos foram considerados como atributos negativos. Este facto é ainda confirmado por se localizarem no local oposto dos atributos hedónicos no eixo formado pelo componente principal 1.

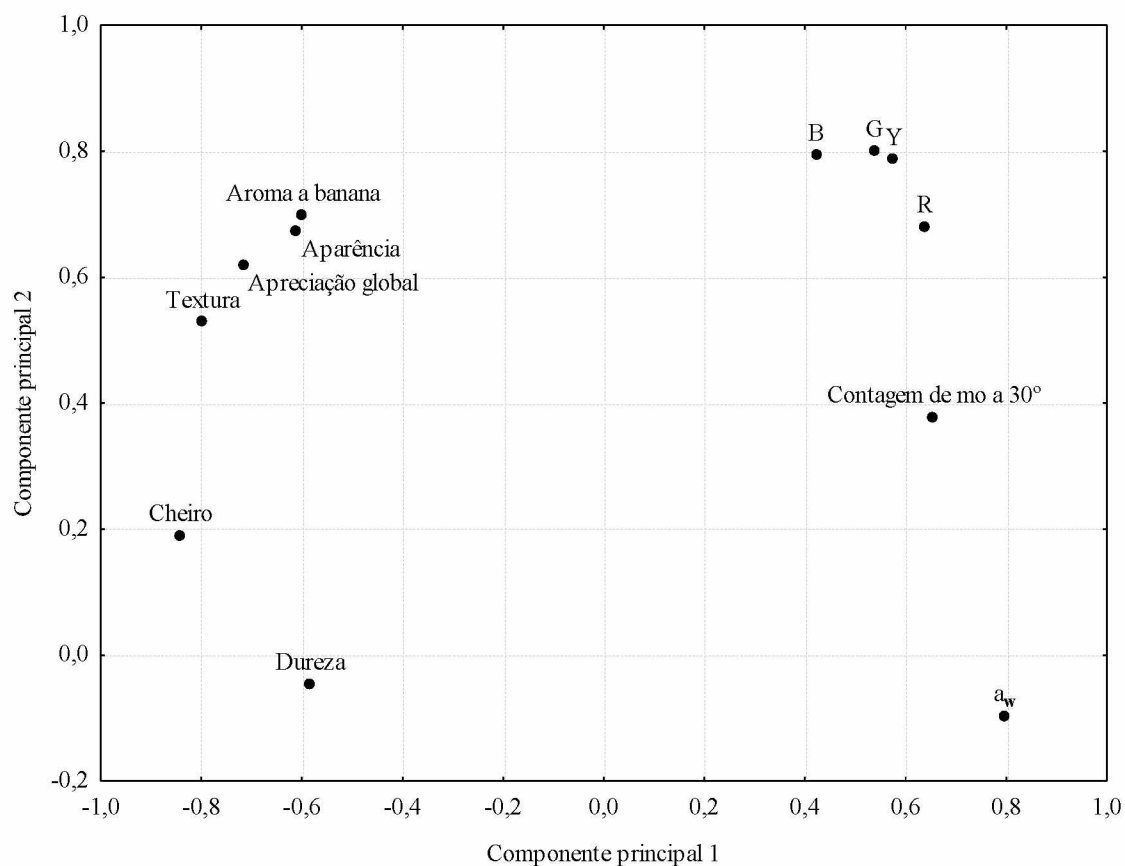


Figura 16 - Distribuição dos atributos no plano principal.

A partir dos resultados obtidos na projeção das amostras no plano principal (figura 17), em primeiro lugar fez-se uma comparação entre as amostras do dia zero e observou-se que a amostra em que se usou farinha com 3kGy de radiação (03k) foi a que se apresentou mais à esquerda no plano, significando que nesta amostra predominam os atributos positivos. De facto à medida que a intensidade de radiação vai diminuindo (01k e 0T), as amostras vão-se deslocando para o lado direito indicando a perda de atributos positivos.

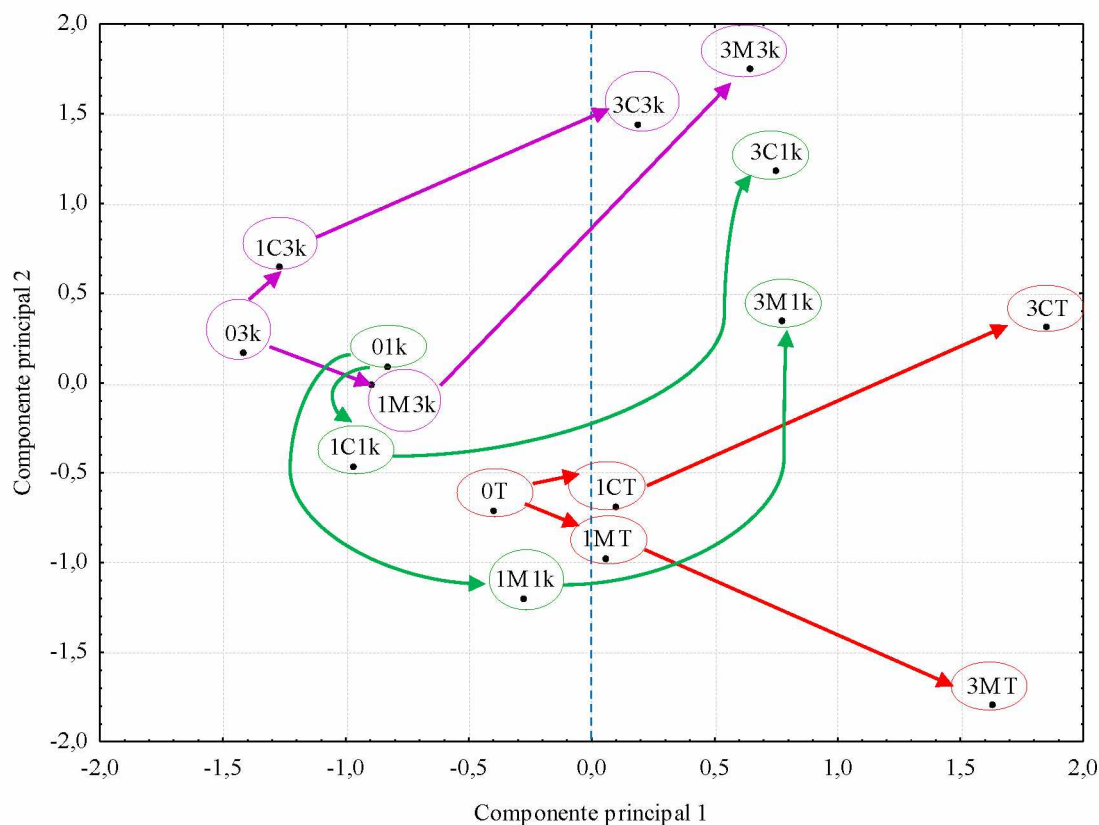


Figura 17 - Projeção das amostras no plano principal

Por outro lado, pode-se analisar em cada intensidade de radiação e tipo de embalagem, a evolução das amostras ao longo do tempo. Nesse sentido, tendo em consideração as amostras em que se usou farinha com 3kGy de radiação, observa-se que ao final de um mês de conservação, há uma deslocação para direita, embora discreta (amostras 1C3k e 1M3k), indicando perda de atributos positivos. No entanto esta evolução é bastante acentuada ao fim de 3 meses de conservação. As amostras 3C3k e 3M3k já se apresentam no quadrante direito do plano, que é explicado pelos atributos negativos. Este comportamento verifica-se, na globalidade, nas amostras em que se usou farinha com 1kGy de radiação. Nas amostras testemunho a evolução é semelhante, mas como o ponto de partida já se encontra perto do centro do plano, observa-se que as amostras com 1 mês (1CT e 1MT) já se encontram no lado positivo do componente principal 1, ou seja, ao final de 1 mês estas amostras já estão explicadas por atributos negativos. Ao fim de 3 meses de conservação (3CT e 3MT) estas amostras encontram-se no extremo positivo do componente principal 1, podendo-se referir que as amostras sem radiação foram fortemente afetadas pelo tempo de conservação.

CAPITULO V - CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nas provas sensoriais hedónicas mostram que as amostras com radiação de 3kGy foram a mais apreciadas pelos provadores, sendo as menos apreciadas as amostras cuja farinha incorporada não contem radiação. Quanto ao embalamento os provadores deram preferência às amostras embaladas em CO₂.

No que se refere ao valor energético, as amostras não apresentam diferenças significativas, pois o facto da farinha de banana verde ser ou não irradiada não influencia o valor energético das amostras. As amostras apresentam um valor calórico entre 297 a 303 kcal por cada 100g, podendo este ser considerado mais baixo comparado com grande parte das bolachas disponíveis no mercado. O amido resistente também não apresenta diferenças significativas entre as amostras, onde pode concluir-se que as duas atmosferas utilizadas e a radiação não apresentam influência na quantidade final de amido. As quantidades de amido resistente presente nas bolachas são equivalentes ao encontrado no pão de mistura (6,0g), podendo considerar-se que as bolachas com FBV são uma boa fonte de amido resistente.

Na medição de gases observou-se o colapso da embalagem que continha CO₂, devido à absorção da bolacha, este facto deve-se ao facto do CO₂ ser muito solúvel em água e gordura, para contrariar este efeito deveria ter-se adicionado N₂ uma vez que este gás é inerte, sem cheiro nem cor, muito pouco solúvel na água e na gordura dos alimentos (Sousa e Alves, 2008; Braz, 2012). Estas características fazem com que o azoto seja um componente essencial das misturas gasosas em MAP, pois permite utilizar concentrações específicas de O₂ e/ou CO₂, preenchendo o restante espaço da embalagem com o N₂ (Sousa e Alves, 2008). Por sua vez a embalagem em mistura de gases (CO₂; N₂; O₂) mostrou-se mais eficaz, sendo esta uma prática comum em alimentos em MAP, de modo a complementarem-se entre si, devido à função específica de cada componente (Church, 1995).

Na análise ao a_w e à humidade, observou-se que estes dois parâmetros têm uma tendência crescente ao longo do tempo de conservação, este facto pode dever-se no facto destes dois parâmetros estarem ligados, uma vez que as isotérmicas de sorção de humidade descrevem a relação entre atividade da água (a_w) e o teor de humidade de equilíbrio de um produto alimentício mantido a temperatura constante (Saltin e Sumnu., 2006). Assim esta variação pode justificar-se devido ao conteúdo de água do alimento, variar continuamente até atingir o equilíbrio com a atmosfera que o rodeia.

Em termos microbiológicos as duas atmosferas conservaram bem as bolachas, uma vez que os parâmetros se encontram dentro dos limites propostos pelo INSA. No entanto é possível observar que o embalamento em mistura de gases conservou melhor as bolachas, uma vez que o desenvolvimento microbiano foi menor do que o ocorrido na atmosfera de CO₂. No entanto não era previsível um grande desenvolvimento microbiano em nenhuma das atmosferas, devido ao reduzido teor de humidade das bolachas (Air Liquide, 2012).

A análise da cor através do calorímetro pode-se concluir que a luminosidade não se alterou ao longo do tempo de conservação, no entanto na imagem digital da cor observam-se que diferenças significativas entre as amostras no fim dos 3 meses de conservação. No entanto, ao dia 0, quer na análise à cor quer na imagem digital, nenhuma das amostras apresentou diferenças significativas nas componentes principais (L* e Y) o que é indicador de uniformidade de temperaturas durante a operação do cozimento.

Na análise aos componentes principais pode concluir-se que amostras com 3kGy de radiação ao dia 0 (03k) foi a que se apresentou predominância nos atributos positivos, no entanto, ao longo do tempo de conservação vai perdendo estes atributos, sendo estes negativos ao fim dos 3 meses de conservação, o mesmo se sucede com as amostras com FBV irradiadas com 1kGy. As amostras nas quais se incorporou FBV sem radiação (testemunha) é a que apresenta atributos negativos logo ao fim do primeiro mês de conservação, sendo fortemente afetadas pelo tempo de conservação.

Em suma pode considerar-se que as duas atmosferas suportaram bem as amostras no que se refere aos parâmetros sensoriais, microbiológicos e físico químicos, no entanto a embalagem em CO₂ colapsou devido à absorção do CO₂ pelas bolachas que pode estar relacionado com a porosidade das bolacha, não sendo esta atmosfera indicada para as bolachas. O ideal seria ter juntado uma atmosfera de CO₂ na qual fosse preenchida com N₂, de modo a evitar este colapso, sendo a atmosfera com 50% de CO₂ e 50% de N₂ descrita pela Air Liquide (2012) como ideal na conservação de biscoitos e produtos de pastelaria.

No que se refere à radiação gama aplicada na FBV, esta demonstrou que as amostras onde se incorporou FBV com radiação gama de 3kGy foi a que apresentou melhores resultados ao longo do 3 meses de conservação, quer sendo a mais apreciada sensorialmente pelos provadores, quer apresentado resultados microbiologicamente mais satisfatórios. Por sua vez as amostras menos satisfatórias foram as amostras na qual a FBV não levou radiação

(Testemunha) tendo os seus atributos diminuindo ao longo do tempo de conservação. Na amostra 3MT quando observada detalhadamente é possível correlacionar os dados, pois à medida que o tempo de conservação avança esta amostra sofre um decréscimo de dureza, um aumento da humidade e do a_w e por consequente uma menor apreciação do provador. Segundo McMinn *et al.* (2007) são fatores como a humidade e atividade da água (a_w), o sabor, a textura, a cor, a aparência, entre outros, que segundo diversos autores, vão influenciar a qualidade dos biscoitos e a sua escolha por parte dos consumidores.

Referências Bibliográficas

- AACC International Method 32-40.01. (2011). Resistant Starch – Assay procedure. Megazyme Internatinail Ireland. Irland.
- Acevedo, E. A.; Hernández J. I.; Vargas. G.P.; , Díaz, P. O.; Pérez, L. A. B. (2011). “*Starch digestibility and glycemic index of cookies partially substituted with unripe banana flour*”. LWT - Food Science and Technology, n.46, p. 177-182.
- Air Liquide (2012). *Uma gama de atmosferas de conservação dedicada aos produtos agroalimentares*. Portugal: Sociedade Portuguesa do Ar Liquido, “Arliquido”, Lda.
- Alvarenga, N. B. (2008). *Introdução da tecnologia de congelação na produção de queijo de ovelha*. Tese para obtenção do grau de doutor em engenharia agro-industrial. Universidade Técnica de Lisboa. Instituto Superior de Agronomia.
- Alvarenga, N.B., Borralho, E., Escola, H., André, S., Carola, T., Ribeiro, C.M., Dias, J.M., Taipina, M.S., Lamardo, L.C.A., Balian, S.C., Canada, J.S.B. (2011). *Sensory Properties of Macaroni with and without Green Banana Pulp and the Application of Cobalt Ionizing Radiation*. Food Science, Volume 1, Pages 1987-1991.
- Andrews, L.S.; Ahmedna, M.; Grodner, R.M.; Liuzzo, J.A.; Murano,P.S.; Murano, E.A.; Rao, R.M.; Shane, S.; Wilson, P.W. (1998). *Food preservation using ionizing radiation*. Rev. food Env. Cont. Tox. Cereal Science Today, Minneapolis, v. 14, n. 1, p. 4-7.
- AOAC International Official Methods 2002.02 (2011). Resistant Starch – Assay procedure. Megazyme Internatinail Ireland. Irland.
- Amaral, O. (2015). Amido Resistente. Propriedades fisiológicas e aplicações. *Tecno Alimentar*, p.75-79
- Badolato, G.G.; Almeida, C.P.M.; Lima, U.A. (2006). *Desenvolvimento de uma formulação de hambúrguer de peixe com farinha de banana*. Higiene Alimentar, volume 20, n.141, p 45-49.
- Bertolini, A.C.; Mestres, C.; Colonna, P.; Raffi, J. (2001). *Free radical formation in UV – and gamma-irradiated cassava starch*. Carbohydrate Polymers, Barking, v. 44, p. 269-271.

- Bezerra C.V., Amante E.R., Oliveira D.C., Rodrigues A.M.C., Silva L.H.M. (2013). *Avaliação da Influência do Teor de Água na Temperatura de Gelatinização de Farinhas de Banana Verde usando o DSC*. Anais do VII Com. Bras. de Anal. Térm. e Calor.– São Pedro, SP, Brasil.
- Bhat, R.; Karim, A. A. (2009). *Impact of radiation processing on starch*. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, Chicago, v. 8, p. 44-58.
- Borato, R. R. F. (2012). *Influência da radiação gama na farinha de banana verde*. Relatório de Estágio. Instituto Politécnico de Beja. Escola Superior Agrária. Beja.
- Borges, A. (2002). *Avaliação bacteriológica da linguiça de frango frescal submetida a radiação gama*. Monografia para obtenção do título de Especialista em Irradiação de Alimentos. Faculdade Veterinária da Universidade Federal Fluminense. Niterói - Rio de Janeiro.
- Braz. J. (2012). “Alimentos frescos minimamente processados embalados em atmosfera modificada”. Food Technol. Campinas, v. 15, n. 1, p. 1-14.
- Brody, A. L. (1995). *El mercado*. In: PARRY, R. T. Envasado de los alimentos en atmósfera modificada. Zaragoza: Acribia. P.32-55.
- Camargo A.C. (2007). *Princípios da irradiação*. Laboratório de Irradiação de Alimentos e Radioentomologia. Acedido em 23 de Outubro de 2014 em: <http://www.cena.usp.br/irradiacao/principios.htm>
- Carson, E. M. (1998). *Functional properties of banana starch*. Journal of Food Science, v.53, n. 4, p.1181-1186.
- Cauvin, S.; Young, L. (2006). *Productos de panadería: Ciencia, Tecnología y Práctica* (1.^a). Zaragoza-España, ST: Editorial Acribia, S. A.
- Church, I. J.; Parsons, A. L.(1995). *Modified atmosphere packaging technology: a review*. Journal of the Science of Food and Agriculture, v. 67, p. 345-352.
- Church, N. (1994). *Developments in modified-atmosphere packaging and related technologies*. Trends in Food Science e Technology, v. 5, p. 143-152.

- Corsino, A.C. (2012). *Pesquisadores criam macarrão de banana verde sem glúten*. Acedido em 23 de Outubro de 2014 em: <http://www.cpt.com.br/noticias/pesquisadores-criam-macarrao-de-banana-verde-sem-gluten>.
- Dias, J. J.M. (2014). "*Otimização da produção e conservação de bombons artesanais de baixo de valor calórico*" Tese apresentada para obtenção grau de Doutor em engenharia Alimentar, Universidade Lisboa, Instituto de Agronomia de Lisboa.
- Embrapa. (1997). *A cultura da banana*. Brasília., DF: Editora Embrapa-SPI, p. 9-10.
- Espada, A. (2012) "*Desenvolvimento de uma pasta de chocolate com Azeite virgem DOP*" Relatório de estágio de fim de Curso de Engenharia Alimentar. Escola Superior Agrária de Beja. Instituto Politécnico de Beja.
- Fasolin, L. H., Almeida, G. C., Castanho, P. S.; Netto-Oliveira, E. D. (2007). *Biscoitos produzidos com farinha de banana: avaliações química, física e sensorial*. Campinas: Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas v. 27, n. 3, p. 524-529.
- Finne, G. (1982). *Modified- and controlled-atmosphere storage of muscle foods*, Food Technology, v. 36, n.2, p.128-133.
- Fioravanço, J. C. (2003). *Mercado mundial da banana: produção, comércio e participação brasileira*. Informações Econômicas, v. 33, n. 10, p. 15-27.
- Floros, J. D.; Matsos, K. I. (2005). *Introduction to Modified Atmosphere Packaging*. In: Han, J. H. (Ed.). *Innovations in Food Packaging*. Acedido a 19 de Janeiro em: http://books.google.com.br/books?id=MbVtx091tCUC&pg=PA103&dq=HAN,+J.+H.+Innovations+in+food+packaging.+2005&hl=ptBR&ei=wM_mTJTKHsWblgfDn7iFDA&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0CC8Q6AEwAA#v=onepage&q&f=false
- Folegatti, M.I.S.; Matsuura, F.C.A.U. (2012). *Banana liofilizada*. Disponível online: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia40/AG01/arvore/AG01_59_41020068055.html. Acedido em 24 de Outubro de 2014.
- Gardner, W. P. (1997). *Statistical Analysis Methods for Chemists. A Software-Based Approach*, The Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK.

- Greengrass, J. (1993). *Filmes para envasado em atmosfera modificada*. In: PARRY, R.T. Envasado de los alimentos em atmosfera modificada. Madrid. p.79-118.
- Hastings, M. J. (1993). *Maquinaria de empaquetado*. In: PARRY, R. T. Envasado de los alimentos em atmosfera modificada. Madrid. p. 56-78.
- Ivor, J.; Church and Anthony, L. Parsons. (1995). *Modified Atmosphere Packaging Tecnology: A Review*. Faculty of Cultural and Education Studies, Leeds Metropolitan University, Calverley Street, Leeds, LS1 3 HE,Uk.
- Izidoro, D. R. (2011). *Influência do pré-tratamento com ultra-som e da secagem nas propriedades químicas, físicas e funcionais do amido de banana verde*. Tese de Doutorado em Tecnologia em Alimentos. Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Jay, J. M. (2005). *Microbiologia de alimentos*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed.
- Kilcast, D. (1991). D. *Irradiation and combination treatments*. Food Cont., v.2, n.1, p.6-8.
- Lajolo, F. M. (2001). Dietary fiber and resistant starch intake in Brazil recommendation and actual consumption pattern. *Food Sc. Technol.*, v. 113, p. 845-858.
- Lii, C. Y.; Chang, S. M.; Young, Y. L. (1982). *Investigation of the physical and chemical properties of banana starches*. Journal of Food Science, Easton, v. 47, p. 1493-1497, 1982.
- Mantilla, S. P., Mano, S. B., Vital, H. C., & Franco, R. M. (2010). *Atmosfera modifi cada na conservação de alimentos*. Curitiba : Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient., v. 8, n. 4, p.437-448.
- McMinn, W. A. M.; McKee, D. J.; Magee, T. R. A. (2007). Moisture adsorption behavior of oatmeal biscuit and oat flakes. *Journal of Food Engineering*, 79, 481-493.
- Medina, J. C., (1995). *Banana: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos*. 2º ed. Campinas: ITAL.
- Modenese, D. (2011). *Efeito da radiação gama e de tratamentos hidrotérmicos sobre as características físico-químicas, funcionais e nutricionais da farinha e do amido de banana verde (Musa acuminata cv. Nanica)*. Dissertação apresentada para obtenção

do título de Mestre em Ciências. Universidade de São Paulo -Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

NP-1613 (1979). *Carnes, Derivados e Produtos Cárneos. Determinação do teor de gordura*. DGQ. Lisboa.

NP-1614 (1979). *Carnes, Derivados e Produtos Cárneos. Determinação da humidade*. DGQ. Lisboa.

NP-1615 (1979). *Carnes, Derivados e Produtos Cárneos. Determinação da cinza total*. DGQ. Lisboa.

NP-1996 (1982). *Cereais e Leguminosas. Determinação do teor de proteína bruta. Técnica de Kjeldahl*. Instituto Português da Qualidade. Lisboa

NP2029 (1983). *Alimentos para animais. Determinação do teor da celulose bruta*. DGQ. Lisboa.

NP4405 (2002). *Microbiologia alimentar. Regras gerais para a contagem de microrganismos. Contagem de colónias a 30°C*. 1ª Edição. Instituto Português da Qualidade, Caparica.

O'Bryan, C.A.; Crandall, P.G.; Ricke, S.C.; Olson, D.G. (2008). *Impact of irradiation on the safety and quality of poultry and meat products*. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, London, v. 48, p. 442-457.

Oliveira, J. C., Pereira, P. M., Frias, J. M., Cruz, I. B. e MacInees, W. M. (1999). *Application of the concepts of biomaterials science to the quality optimization of frozen foods*. In Processing Foods (F. A. R. Oliveira e J. C. Oliveira, eds.), pp. 107-130. CRC Press LLC, New York.

Parry, R. T. (1993). Introducción. In: PARRY, R. T. *Envasado de los alimentos em atmosfera modificada*. Madrid: A. Madrid Vicente, p. 13-31.

Rodríguez-Ambriz, S. L. (2008). *Characterization of fi bre-rich powder prepared by liquefaction of unripe banana flour*. Food Chemistry, v.107, n.4, p. 1515-1521.

- Saltin, S.; Sumnu, S. G. (2006). *Physical Properties of Foods*. Ankara-Turkey, ST: Food Science Text Series.
- Santos, J. F. (2010). *Avaliação das propriedades nutricionais de barras de cereais elaboradas com farinha de banana verde*. Dissertação de mestrado. Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Santos, J. M. (2007). *Filetes de Pregado (Psetta maxima) Embalados em Atmosfera Modificada: Avaliação da qualidade física, química e microbiológica*. Porto: Dissertação apresentada à Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto para obtenção do grau de Mestre em Controlo de Qualidade na área Científica Água e Alimentos.
- Santos, M. I.; Correia, C.; Campos Cunha M. I. C; Saraiva, M. M.; Novais, M. R. (2005). Valores Guia para avaliação da qualidade microbiológica de alimentos prontos a comer preparados em estabelecimentos de restauração. Instituto Nacional de Saúde – Doutor Ricardo Jorge. Acedido a 20 de Fevereiro de 2015 em: http://www.insa.pt/sites/INSA/Portugues/Publicacoes/Outros/Documents/AlimentacaoNutricao/Valores_Guia_Qualid_Microb_Alim.pdf
- Silva, J. (2010). *Curso de processamento de banana reúne amantes da boa culinária em Sete barras*. Disponível online: <https://www.ipen.br/sitio/index.php?idc=7831>. Acedido em 24 de Outubro de 2014
- Smith, J. P. (1990). *Developments in food packaging technology. Part II: storage aspects*. Trends in Food Science e Technology, v.1, p. 111-118.
- Sousa M.; Alves M. R. (2008). *Atmosferas Modificadas - Evolução na conservação de produtos alimentares*. Segurança e qualidade Alimentar. N.º4.
- Sousa, P. H. M. (2003). Influência da concentração e da proporção fruto: xarope na desidratação osmótica de bananas processadas. Ciência e Tecnologia Alimentos, v. 23 (supl), p. 126-130, 2003.
- Stiles, M. E. (1991). *Scientific Principles of Controlled/Modified Atmosphere Packaging. Modified Atmosphere Packaging of Food*. Ellis Horwood Ltd, Inglaterra, 18 - 25.

- Taipina, M.S, Cohen, V.H., Del Mastro, N.L., Rodas, M.A.B., Della Torre, J.C.M. (2004). *Aceitabilidade sensorial de suco de manga adicionado de polpa de banana (Musa sp) verde*. Acedido em 08 de Fevereiro de 2015, em <http://pintassilgo2.ipen.br/biblioteca/2004/10397.pdf>.
- Taipina, S. M; Lamardo, C. A.L; Picanço, R. A; Moraes, N.; Correia, T.; Carvalho, M. J. B.; Ribeiro, M. C; Alvarenga, N. B. (2012). *Utilização da Farinha de Banana Verde Irradiada no Desenvolvimento de Pão sem Glúten*. 11º Encontro de Química dos Alimentos. Volume 42, Pages 1022-1025.
- Tarladgis, B. G.; Watts, B. M.; Younathan, M. T.; Dougan, L. R. (1960). A distillation method for the quantitative determination of malanaldehyde in rancid foods. J. Am. Oli Chem. Soc. 37, 44-48
- Teodoro, A. J., Andrade, E. C., & Mano, S. B. (2007). *Avaliação da utilização de embalagem em atmosfera modificada sobre a conservação de sardinhas (Sardinella brasiliensis)*. Campinas: Ciência e Tecnologia Alimentar.
- Tester, R. F.; Karkalas, J.; Qi, X. (2004). *Starch: composition, fine structure and architecture*. Journal of Cereal Science, London.
- Uehara V.B. (2011). *Efeito da radiação gama em propriedades da farinha de banana verde*. Dissertação de Mestrado. Unidade da USP. São Paulo.
- USP-CENA/PCLQ. (2005-a). *Equipamentos Utilizados para Irradiação de Alimentos e/ou Outros Materiais*. Acedido em 06 de Janeiro de 2015, em <http://www.cena.usp.br/irradiacao/equipamentos.htm>.
- USP-CENA/PCLQ. (2005-b). *Irradiação de Alimentos*. Acedido em 10 de Janeiro de 2015, em <http://www.cena.usp.br/irradiacao/irradiacaoalimentos.htm>.
- Zandonadi, R.P., Botelho, R.B.A., Gandolfi, L., Ginani, J.S., Montenegro, F.M., Pratesi, R. (2012). *Green Banana Pasta: An Alternative for Gluten-Free Diets*. Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics, Volume 112, Pages 1068-1072.

- Zandonadi, R. P. (2009). *Massa de banana verde: uma alternativa para exclusão do glúten*. Tese de Doutorado em Ciências da Saúde. Departamento de Ciências da Saúde, Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília. Brasília.
- Zhang, P., Wampler, J. L., Bhunia, A. K., Burkholder, K. M., Patterson, J. A., Whistler, R. L. (2004). *Effects of arabinoxylans on activation of murine macrophages and growth performance of broiler chicks*. Cereal Chemistry, n. 59, p. 443 – 458

Apêndice I - Ficha de Prova Hedónica de Bolachas de Farinha de Banana Verde – 0 dias

Ficha de Prova Hedónica de Bolachas de Farinha de Banana Verde

Data: _____ Sexo: Feminino: ____ Masculino: ____

Idade: 20-25 ____ 26-30 ____ 31-35 ____ >35 ____

Por favor, avalie as três amostras de bolachas de farinha de banana utilizando a escala abaixo para descrever o quanto **gostou** ou **desgostou**, em relação aos seguintes atributos: **aparência, cheiro, textura, aroma a banana e apreciação global**.

Escala hedónica de avaliação:

(7) Gostei muito

(6) Gostei moderadamente

(5) Gostei ligeiramente

(4) Não gostei nem desgostei

(3) Desgostei ligeiramente

(2) Desgostei moderadamente

(1) Desgostei muito

Amostra	Aparência	Cheiro	Textura	Aroma a Banana	Sabor	Apreciação Global
A1						
B2						
C3						

Observações:

Obrigada pela Colaboração!

Apêndice II - Ficha de Prova Hedónica de Bolachas de Farinha de Banana Verde – 1 mês e 3 meses

Ficha de Prova Hedónica de Bolachas de Farinha de Banana Verde

Data: _____ Sexo: Feminino: ____ Masculino: ____

Idade: 20-25 ____ 26-30 ____ 31-35 ____ >35 ____

Por favor, avalie as seis amostras de bolachas de farinha de banana utilizando a escala abaixo para descrever o quanto **gostou** ou **desgostou**, em relação aos seguintes atributos: **aparência, cheiro, textura, aroma a banana e apreciação global**.

Escala hedónica de avaliação:

- (7) Gostei muito
- (6) Gostei moderadamente
- (5) Gostei ligeiramente
- (4) Não gostei nem desgostei
- (3) Desgostei ligeiramente
- (2) Desgostei moderadamente
- (1) Desgostei muito

Amostra	Aparência	Cheiro	Textura	Aroma a Banana	Apreciação Global
A02					
D04					
G06					
I08					
M10					
Q12					


Observações:

Obrigada pela Colaboração!

Apêndice III - Fichas Técnicas das Bolachas de Farinha de Banana Verde


Ficha Técnica de Bolachas de Farinha de Banana Verde

Formula 1 – Farinha de banana verde – Testemunha

Designação	<i>Bolachas de farinha de banana verde – Testemunha</i>	Imagem	
Peso médio	33g		
Ingredientes	6 Ovos; 600g de Açúcar; 600g de Farinha de banana verde com irradiação de 1kGy; 600g de Farinha de milho; 90g de Amido de milho; 90g de Fermento; 420g de Leite em pó; 240g de Margarina; 10,8g de Sal;		
Preparação	Bate-se os ovos com o açúcar e o sal a durante 2 minutos; Adiciona-se a margarina previamente derretida em banho-maria, e vai-se adicionando lentamente a farinha de banana verde a farinha de milho o leite em pó e o amido de milho e o fermento, sempre com a batedeira a uma velocidade de 3; Após todos os ingredientes misturados a massa é massada (à mão) durante cerca de 5 minutos. Deixa-se a massa repousar durante 1 hora a uma temperatura de 4°C; Após sair do frigorífico a massa é esticada na máquina de estender massa e cortada; Leva-se a massa ao forno a uma temperatura de 160°C durante 15 minutos; Posteriormente as bolachas são arrefecidas à temperatura ambiente, polvilhadas com <i>shake</i> de banana verde e embaladas;		
Kcal por 100g de produto	301Kcal		


Ficha Técnica de Bolachas de Farinha de Banana Verde

Formula 2 – Farinha de banana verde com irradiação gama de 1 kGy

Designação	<i>Bolachas de farinha de banana verde – 1kGy</i>	Imagem	
Peso médio	33g		
Ingredientes	6 Ovos; 600g de Açúcar; 600g de Farinha de banana verde com irradiação de 1kGy; 600g de Farinha de milho; 90g de Amido de milho; 90g de Fermento; 420g de Leite em pó; 240g de Margarina; 10,8g de Sal;		
Preparação	Bate-se os ovos com o açúcar e o sal a durante 2 minutos; Adiciona-se a margarina previamente derretida em banho-maria, e vai-se adicionando lentamente a farinha de banana verde a farinha de milho o leite em pó e o amido de milho e o fermento, sempre com a batedeira a uma velocidade de 3; Após todos os ingredientes misturados a massa é massada (à mão) durante cerca de 5 minutos. Deixa-se a massa repousar durante 1 hora a uma temperatura de 4°C; Após sair do frigorífico a massa é esticada na máquina de estender massa e cortada; Leva-se a massa ao forno a uma temperatura de 160°C durante 15 minutos; Posteriormente as bolachas são arrefecidas à temperatura ambiente, polvilhadas com <i>shake</i> de banana verde e embaladas;		
Kcal por 100g de produto	297Kcal		

Ficha Técnica de Bolachas de Farinha de Banana Verde

Formula 3 – Farinha de banana verde com irradiação gama de 3 kGy

Designação	<i>Bolachas de farinha de banana verde – 3kGy</i>	Imagem	
Peso médio	33g		
Ingredientes	6 Ovos; 600g de Açúcar; 600g de Farinha de banana verde com irradiação de 1kGy; 600g de Farinha de milho; 90g de Amido de milho; 90g de Fermento; 420g de Leite em pó; 240g de Margarina; 10,8g de Sal;		
Preparação	Bate-se os ovos com o açúcar e o sal a durante 2 minutos; Adiciona-se a margarina previamente derretida em banho-maria, e vai-se adicionando lentamente a farinha de banana verde a farinha de milho o leite em pó e o amido de milho e o fermento, sempre com a batedeira a uma velocidade de 3; Após todos os ingredientes misturados a massa é massada (à mão) durante cerca de 5 minutos. Deixa-se a massa repousar durante 1 hora a uma temperatura de 4°C; Após sair do frigorífico a massa é esticada na máquina de estender massa e cortada; Leva-se a massa ao forno a uma temperatura de 160°C durante 15 minutos; Posteriormente as bolachas são arrefecidas à temperatura ambiente, polvilhadas com <i>shake</i> de banana verde e embaladas;		
Kcal por 100g de produto	303Kcal		

Anexo I – Ficha técnica do filme de embalamento

FICHA TÉCNICA

PRODUTO:	PA/PE
MATERIAL:	Filme Cast de PA/PE Co-extrudido
APLICAÇÕES:	Embalagem produtos alimentícios

PROPRIEDADES	MÉTODO	UNIDADES	VALORES
Espessura	ISO-4593	μm	90
Gramagem	ISO -536	g/ m ²	88
Resistência ao rasgo (MD x CD)	DIN - 53363	N/mm	200 x 250
Energia de perfuração	Método Dow	J	5
Impacto ao furo	ISO – 7765	G	>1200
Permeabilidade ao Oxigénio (O ₂)	ASTM D-3985 (0% h.r.)	c.c./m ² .dia	75
Permeabilidade ao CO ₂	DIN – 53380 (85% h.r.)	c.c./m ² .dia	415
Permeabilidade ao vapor de água	LIZZY 38-90	g/m ² .dia	<10
Temperatura de soldadura	NIR – 3026	°C	110-130
Força de soldadura	ISO-527-3	N/15 mm	10
Transparência (Turbidez/Embaciamento)	ASTM D-1003	%	2,0
Brilho	ASTM D-2457	% @ 20°	100
COF face PA / face PE	ASTM D-1897	-	0,3 / 0,2

APRESENTAÇÃO:	Em saco. Larguras standard: Cliente. Diâmetro interior do mandril: 76 ou 152 mm. Peso bobine: Cliente.
EMBALAGEM:	Segundo ficha técnica de cliente ou ficha de embalagem FE- 401.
MANIPULAÇÃO:	
ARMAZENAMENTO:	
TRANSPORTE:	

9ª EDIÇÃO 20/09/2013

Os dados contidos nesta informação devem considerar-se como valores médios orientativos baseados nuns estudos efectuados. Não determinam garantia nem responsabilidade pela nossa parte. Deverão ter-se em conta possíveis direitos da propriedade industrial.